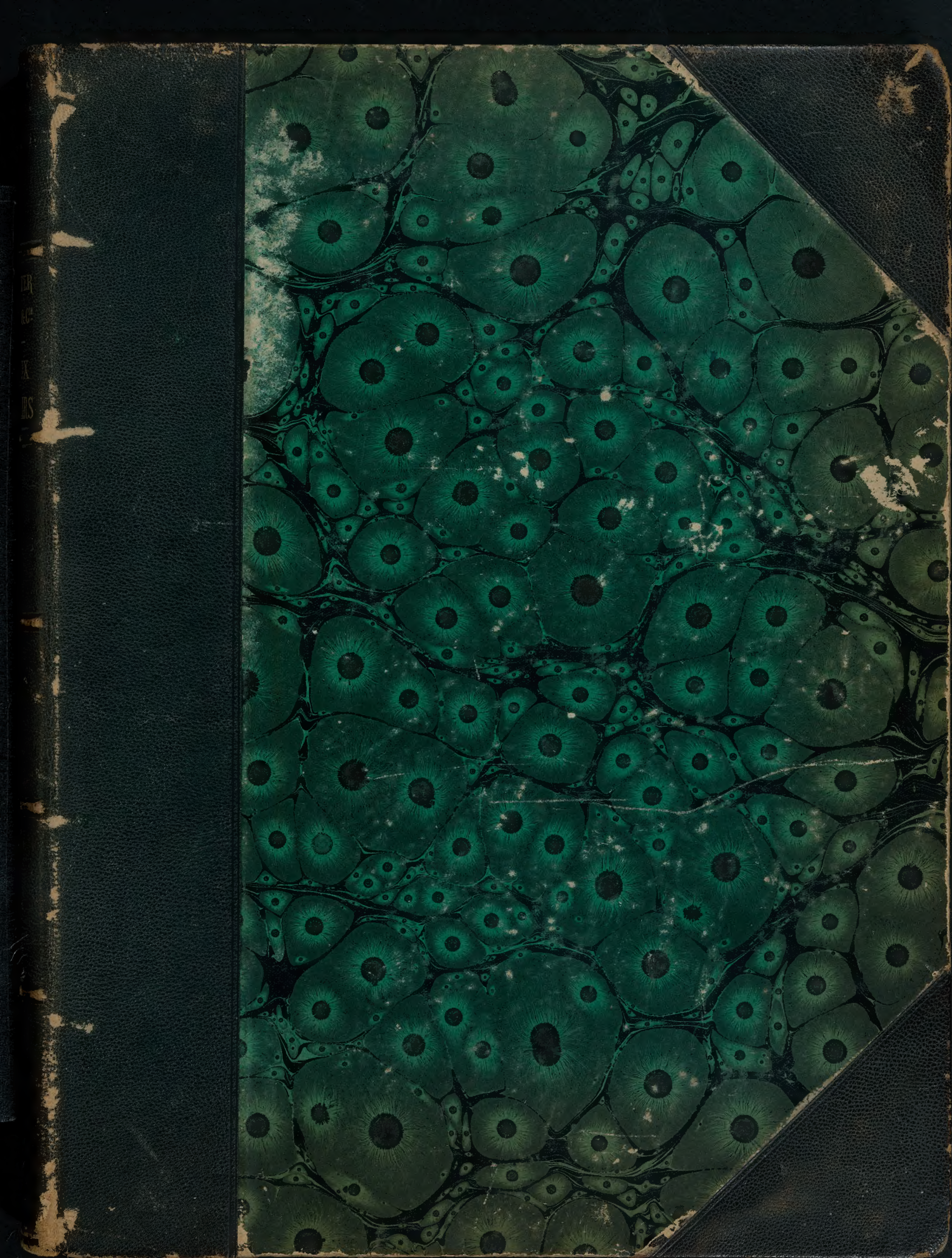
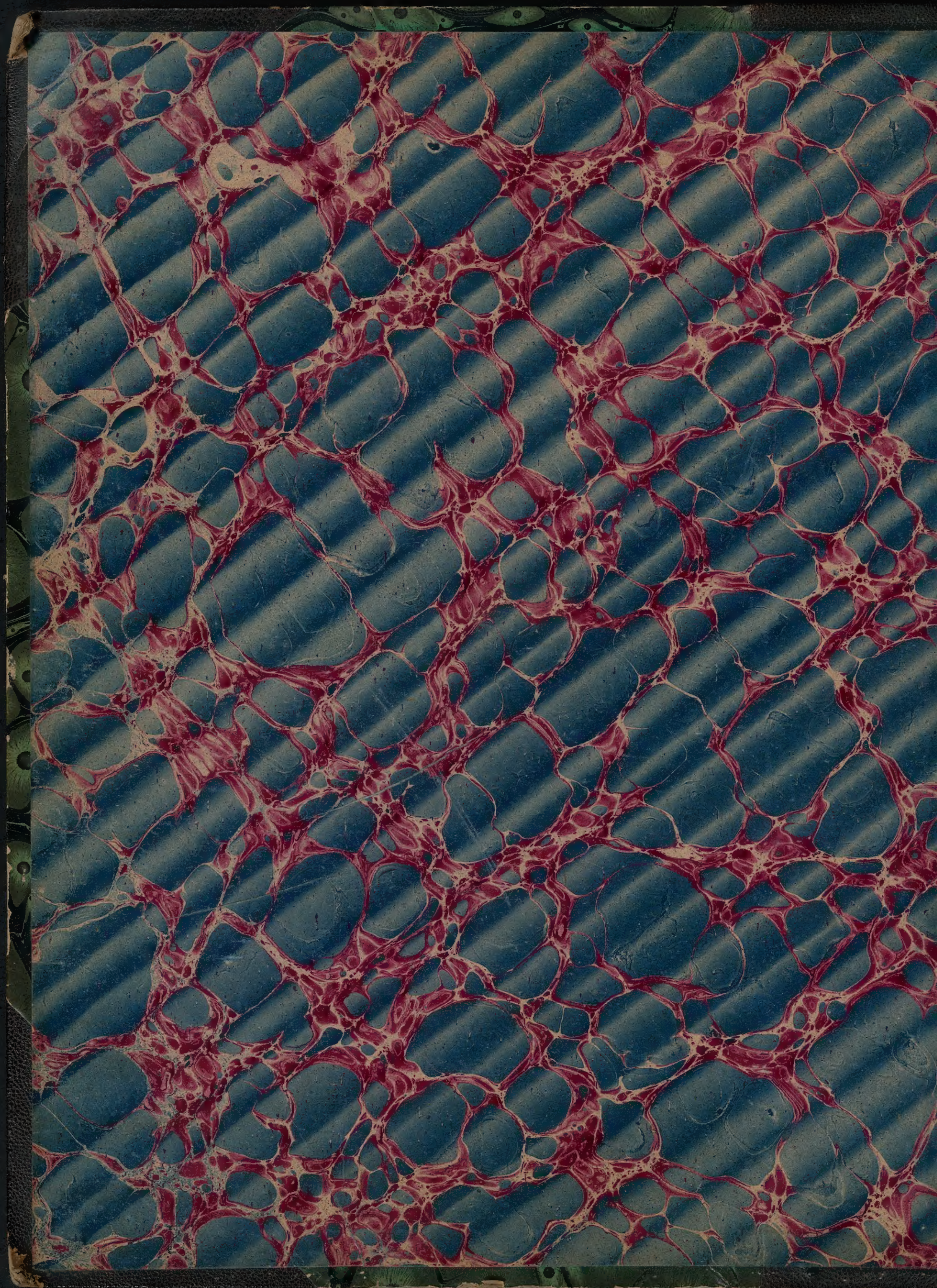
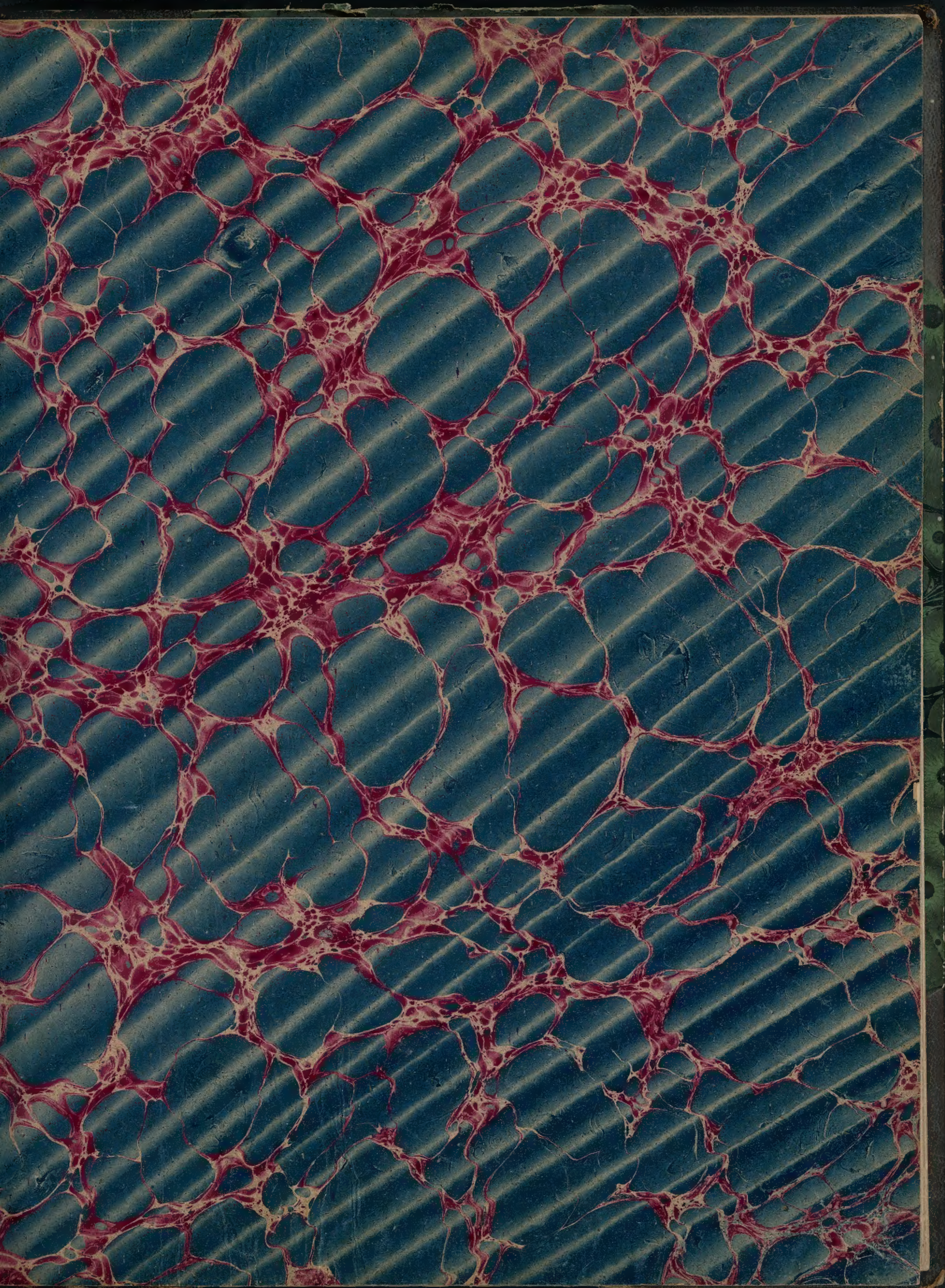






FEUX-ÉCLAIRS

FEUX-ÉCLAIRS

ÉCLAIRAGE DES CÔTES

NOTICE

SUR LES

FEUX-ÉCLAIRS

A L'HUILE ET A L'ÉLECTRICITÉ

PAR

JEAN REY

Ingénieur Civil des Mines

SUIVIE D'UN

TARIF DESCRIPTIF DES APPAREILS

CONSTRUITS PAR

MM. SAUTTER, HARLÉ & C[ie]

PARIS
26, Avenue de Suffren, 26

—

1896

—

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE DEUXIÈME

PUISSANCE ET PORTÉE DES FEUX-ÉCLAIRS

I. — Puissance lumineuse

II. — Portée des feux-éclairs a l'huile minérale

III. — Puissance et portée des feux-éclairs électriques

CHAPITRE TROISIÈME

DESCRIPTION DES FEUX-ÉCLAIRS

CHAPITRE QUATRIÈME

TARIF DESCRIPTIF

I. — FEUX-ÉCLAIRS A L'HUILE MINÉRALE

AVANT-PROPOS

Le nouveau système des Feux-éclairs, imaginé par M. l'inspecteur général Bourdelles et appliqué avec succès, depuis trois ans, pour l'éclairage des côtes de France, commence également à se répandre dans les autres pays.

La sanction qu'une expérience prolongée est venue apporter aux résultats d'études théoriques, nous a engagés à publier une étude d'ensemble sur les nouveaux appareils, en vue de faciliter aux Ingénieurs des Phares un choix qui doit être dicté par des considérations théoriques et pratiques.

Nous espérons que le présent ouvrage rencontrera, auprès des personnes compétentes, la même faveur que notre *Notice sur les Phares* (1880) et notre *Notice sur les Phares électriques et les signaux sonores* (1883), les résultats obtenus avec les *Feux-éclairs* constituant le perfectionnement le plus considérable apporté à l'éclairage des côtes, depuis l'invention de Fresnel.

BIBLIOGRAPHIE

Notices sur les appareils d'éclairage exposés à Chicago en 1893, par le Service des Phares de France.

Paris, imprimerie Lahure, 1893.

La puissance lumineuse des appareils d'éclairage des Phares.

Mémoire présenté au Congrès maritime international de Londres, juillet 1893, par M. l'inspecteur général Bourdelles, chef du Service central des Phares.

Propriétés optiques des appareils de Phares.

Par M. Ribière, ingénieur en chef du Service central des Phares.

Annales des Ponts et Chaussées, août 1894.

Les Feux-Éclairs et la perception physiologique des éclats instantanés.

Par M. André Blondel, ingénieur des Ponts et Chaussées, attaché au Service central des Phares. Mémoire présenté au Congrès maritime de Londres, 1893.

Sur la machinerie électrique et la lumière à arc des phares.

Par M. André Blondel, ingénieur des Ponts et Chaussées, attaché au Service central des Phares. Mémoire présenté au Congrès maritime de Londres, 1893.

Le nouveau phare électrique de la Hève.

Engineering, 7 juillet 1893, p. 7; 14 juillet 1893, p. 41.

PLATEAU. — *Mémoires et Notes.*

Académie royale de Belgique, t. XLII, 1877 ; t. XLIII, 1880.

HELMHOLTZ. — *Physiologische optik*, p. 315.

WUNDT. — *Psychologie physiologique*, t. II. p. 305.

RICHARD et BRÉGUET — *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. 88.

BLOCH. — *Société de Biologie*, 25 juillet 1885.

CHARPENTIER. — *Recherches sur la persistance des impressions rétiniennes.*

La lumière et les couleurs au point de vue physiologique.

Paris, Steinheil, 1890.

CHAPITRE PREMIER

PRINCIPES ET DONNÉES D'ÉTABLISSEMENT DES FEUX-ÉCLAIRS

DÉFINITION DES FEUX-ÉCLAIRS

Les feux-éclairs sont, comme leur nom l'indique, des feux à éclats d'une brièveté et d'une puissance telles que l'observateur en reçoive l'impression d'un éclair.

La durée des éclats doit être limitée à la valeur nécessaire pour permettre la perception intégrale de leur intensité lumineuse et les intervalles qui les séparent, assez courts pour rendre facile l'observation du feu.

La durée de l'éclat est ainsi la caractéristique principale des feux-éclairs ; elle les sépare nettement des appareils optiques construits jusqu'à ce jour et permet de constituer un système rationnel et complet embrassant tous les ordres, c'est-à-dire toutes les dimensions, ainsi que toutes les sources lumineuses, huile minérale, électricité, gaz, etc.

L'influence de cet élément fondamental, la durée de l'éclat, aussi bien sur la puissance que sur la visibilité d'un feu, doit être tout d'abord élucidée pour étudier ensuite les conséquences pratiques qui en découlent en vue de la meilleure utilisation, soit d'une optique donnée, soit d'un brûleur choisi à l'avance.

I. — DE LA DURÉE ET DE L'INTERVALLE DES ÉCLATS

DURÉE DES ÉCLATS

ÉCLAIRAGE ACTUEL. — Jusqu'à ce jour, comme l'a fait remarquer M. l'Inspecteur général BOURDELLES (1), on n'a suivi aucune règle méthodique pour la détermination de la durée et de l'intervalle des éclats d'un phare et l'on est ainsi resté dans l'arbitraire.

FRESNEL avait jugé nécessaire, non-seulement de porter à huit secondes la durée des éclats des appareils de premier ordre, mais encore de la doubler artificiellement en déviant l'éclat émis par la coupole aux dépens de la puissance lumineuse.

Cette pratique s'est conservée jusqu'à nos jours dans les appareils dits à éclats prolongés. C'est ainsi que le feu à 8 lentilles de premier ordre, avec lampes à 6 mèches, possède une durée d'éclat de $10^s,26$, qui s'élève à $14^s,73$ lorsque les éclats sont prolongés.

L'appareil de premier ordre à 24 lentilles, dit à éclats rapides,

---

(1) Voir *Notices sur les Appareils d'éclairage exposés à Chicago*, pages 13 et 14.

donne encore une durée de $5^s,13$, que l'on a réduite, comme limite extrême, à $1^s,5$ pour les feux scintillants.

Dans les feux électriques construits il y a dix ans, pour l'Administration française, et dont plusieurs sont en service, il a fallu, pour ne pas descendre au-dessous de la durée d'une seconde, créer une divergence artificielle, sacrifiant ainsi une partie de la puissance.

Dans le phare électrique de SAINTE-CATHERINE (île de Wight), établi en 1890 par la Corporation de TRINITY-HOUSE, l'appareil de deuxième ordre à 16 lentilles tourne en 8 minutes et donne des éclats d'une durée de 8 secondes.

La longue durée que l'on croyait nécessaire de donner aux éclats et, par suite, la faible vitesse de rotation de l'appareil, oblige à employer un grand nombre de lentilles, si l'on ne veut pas accroître démesurément l'intervalle de succession des éclats.

Cet intervalle, ou durée de l'éclipse, est aussi variable dans l'ancien système que la durée de l'éclat elle-même et il atteint, suivant les cas, toutes les valeurs possibles, depuis $1^s,5$ pour les feux scintillants de petit diamètre, jusqu'à 55 secondes pour les appareils de grande dimension.

Là encore, aucune règle n'a présidé à la détermination de cet élément fondamental dont le choix de l'optique doit dépendre; aussi les intervalles adoptés jusqu'ici, ne sont-ils que le résultat de considérations arbitraires.

LOIS PHYSIOLOGIQUES DE LA PERCEPTION DES ÉCLATS INSTANTANÉS. — La théorie de ces phénomènes, assez peu connue jusque dans ces dernières années, a été résumée d'une manière remarquable et appliquée à la visibilité des feux-éclairs dans le

mémoire de M. l'ingénieur BLONDEL, dont nous suivrons ici l'exposé (1).

Lorsqu'on fait subitement agir sur l'œil une lumière constante, l'impression qu'elle produit n'atteint pas immédiatement sa valeur complète, mais elle va en croissant d'une manière continue depuis zéro jusqu'à la perception intégrale. Il est facile de démontrer le fait en produisant une série d'éclats dont on diminue progressivement la durée. L'intensité apparente de ceux-ci commence, à partir d'un certain moment, à perdre de sa valeur et elle décroît de plus en plus jusqu'à la disparition complète de la lumière. Il faut donc un temps appréciable pour permettre à l'œil de recevoir l'impression d'un éclat qui s'établit instantanément.

Un second phénomène, dont la constatation est plus délicate, accompagne toujours l'apparition d'un éclat instantané: l'organe visuel ne perçoit une impression lumineuse qu'au bout d'un temps donné, dit temps d'apparition, correspondant à la dépense d'une certaine quantité de lumière ou d'énergie lumineuse employée à vaincre sa propre inertie.

Deux lois expérimentales, établies par divers physiciens, règlent ces phénomènes.

Loi du temps d'apparition ou loi de Bloch. — Le temps d'apparition d'un éclat instantané varie sensiblement en raison inverse de l'intensité lumineuse de l'éclat. Plus l'éclat est puissant, plus rapide est son impression sur l'œil. Si l'on désigne par I l'intensité de la lumière et par t le temps d'apparition correspondant, on a donc la relation $I \times t = q$,

(1) *Les feux-éclairs et la perception des éclats instantanés, loco citato.*

une constante qui n'est autre chose que la quantité minimum d'énergie lumineuse nécessaire.

Cette loi simple a été énoncée, pour la première fois, par M. Bloch, puis confirmée par M. Charpentier. Elle avait été découverte en même temps, au Dépôt des Phares, dans des expériences exécutées suivant une méthode différente, par M. l'Ingénieur Blondel.

Comme on le voit, la loi de Bloch ne s'applique qu'au minimum perceptible, c'est-à-dire précisément à la quantité de lumière que reçoit le navigateur à la limite de la portée. Le temps d'apparition ne dépendant que de l'énergie lumineuse I t, peu importe, à la limite de la portée, que l'éclat soit formé d'une lumière homogène ou non, il faut seulement que la quantité de lumière qu'il renferme soit suffisante pour mettre en mouvement l'organe visuel.

Loi de la perception intégrale. — La durée qui sépare le commencement de l'impression d'un éclat, de l'instant où la perception du feu est complète, est d'autant moindre que l'intensité du feu est plus grande.

Cette loi, entrevue par M. Plateau, et définitivement établie par les travaux de M. Charpentier, a une importance toute particulière dans son application aux Feux-éclairs.

Bien que l'on n'ait pas encore déterminé la relation exacte qui lie la durée de la perception intégrale à l'intensité, il n'en est pas moins démontré que cette durée va croissant à mesure que l'on s'éloigne d'un phare, et qu'elle est maximum à la limite de la portée où, par définition, l'observateur ne reçoit que le minimum perceptible.

Temps maximum de perception intégrale. — Or, comme le minimum perceptible de lumière n'apparaît qu'à la condition

d'avoir produit son impression complète, il en résulte que le temps d'apparition de cette lumière se confond avec la durée de sa perception intégrale. Si le minimum perceptible pouvait, en effet, donner lieu à une impression lumineuse croissant depuis son apparition jusqu'à une certaine valeur, cette valeur étant plus forte que la lumière perçue au moment de l'apparition, l'hypothèse serait inexacte; on n'aurait pas là le vrai minimum perceptible.

Il résulte de cette observation que le temps d'apparition d'un éclat, à la limite de la portée, représente le temps maximum nécessaire à la perception intégrale; puisqu'il se trouve suffisant pour la valeur du minimum de lumière perceptible, en vertu de la loi précédente, il le sera *a fortiori* pour toutes les valeurs supérieures.

Le temps maximum de perception intégrale n'a pas été mesuré, jusqu'ici, d'une manière absolue, il varie suivant l'état d'accommodation de l'œil et de sa propre constitution; d'après les expériences exécutées par M. Charpentier, dans son laboratoire, il doit être voisin de 1/10 de seconde et compris, pour la lumière blanche, entre 1/8 et 1/12 de seconde.

Si l'on tient compte que dans la pratique de la navigation [1], par suite de l'éclairage extérieur plus considérable, d'une observation moins attentive, de l'indécision sur la position du feu, et des mouvements du navire, l'intensité minima perçue est beaucoup plus élevée que le minimum perceptible dans un laboratoire, on reconnaîtra que le temps maximum de

---

(1) *Notices sur les appareils d'éclairage exposés à Chicago*, *loco citato*, p. 12.

perception intégrale doit être plus faible que celui indiqué par M. Charpentier.

On peut donc fixer, avec sécurité, cette durée à 1/10 de seconde, chiffre qui a maintenant pour lui la sanction de la pratique.

Conséquences de la loi de Bloch appliquée aux limites de la portée (1). — L'intensité absolue du faisceau, allant en diminuant avec la distance, le temps de perception intégrale va en croissant jusqu'à la limite de la portée, où l'impression lumineuse produite par le faisceau est réduite à la valeur minimum perceptible.

D'après la loi de Bloch, pour produire l'impression du minimum perceptible, il suffit d'une certaine quantité de lumière, indépendante de l'intensité et de la forme de l'éclat, pourvu qu'elle soit concentrée dans un temps d'illumination inférieur ou, au plus, égal au temps maximum de perception intégrale. Au-dessous de cette valeur, en effet, l'œil ne peut apprécier la durée de l'éclat.

Peu importe donc, au point de vue du rendement maximum d'un feu, qu'il reçoive l'impression d'une lumière d'intensité $I = 100$ agissant pendant une durée $= 0^s,001$, ou celle d'une lumière d'intensité $I = 1$ agissant pendant une durée $= 0^s,1$, pourvu que le produit

$$It = 100 \times 0^s,001 = 1 \times 0^s,1$$

reste le même dans les deux cas.

Il semblerait au premier abord que, dans un Feu-éclair donné, si la durée de l'éclat est inférieure au temps maximum

---

(1) *Mémoire de M. Blondel, loco citato*, p. 6 et 7.

de perception intégrale, $0^s,1$, on se trouvera en déficit, puisque l'intensité apparente sera réduite dans la même proportion ou, en d'autres termes, l'intensité vraie du feu, c'est-à-dire celle que l'on percevrait s'il était immobile, sera plus forte que l'intensité apparente perçue.

On peut donc se demander s'il ne faudrait pas alors ralentir le mouvement de rotation, pour allonger la durée de l'éclat jusqu'à la valeur $0^s,1$ du temps maximum de perception intégrale, en augmentant ainsi l'intensité apparente qui deviendrait égale pour $0^s,1$ à l'intensité du feu fixe de même puissance. En réalité, en faisant ainsi, on augmentera l'espacement entre les éclats et, pour le ramener à la valeur imposée, qui est une des bases du système, il faudra augmenter le nombre des lentilles et faire disparaître, par conséquent, le bénéfice apparent que l'on croyait réaliser.

D'autre part, il n'y aura jamais intérêt à augmenter la durée de l'éclat au-delà du temps maximum de perception intégrale; l'impression que l'œil percevra au-delà de $0^s,1$, n'étant plus susceptible de croître, la lumière dépensée sera plus utilement employée à renforcer l'intensité absolue.

On peut donc dire que, théoriquement, on atteindra le rendement maximum d'un Feu-éclair, au point de vue de la portée, lorsque la durée de ses éclats sera inférieure ou, au plus, égale à $0^s,1$.

Pour un appareil donné, réalisant cette condition avec un brûleur déterminé, et la même durée séparant les éclats, toute autre combinaison qui consisterait soit à diminuer le nombre des lentilles, en augmentant la puissance des éclats et en réduisant leur durée, soit à augmenter ce nombre, en diminuant la puissance et augmentant la durée, ne pourrait produire un effet

supérieur. On a donc ainsi le criterium absolu qui permet de fixer *a priori* la meilleure combinaison possible d'une optique disponible donnée, avec l'un des divers brûleurs dont on dispose.

En pratique, dans l'établissement des Feux-éclairs à l'huile, on se base sur une durée des éclats de 1/10e de seconde. La valeur de cet élément détermine les combinaisons des diverses optiques avec les divers brûleurs qui peuvent fournir les rendements maxima. Il n'y a pas intérêt à rechercher des combinaisons donnant une durée d'éclat plus faible que $0^s,1$, mais il est, par contre, inutile que cette durée soit plus longue, puisqu'il en résulte une dépense de lumière qui n'ajoute rien à la visibilité du feu et que l'on doit chercher à éviter.

Pour les Feux-éclairs à l'électricité, les faibles dimensions de la source lumineuse peuvent donner lieu à des combinaisons correspondant à une durée d'éclat plus faible que le temps maximum de perception intégrale. Il en résulte une certaine réduction de la portée maxima du feu, sans importance, du reste, puisque cette dernière dépasse généralement la portée géographique et que la réduction est d'ailleurs compensée par l'augmentation de la puissance vraie, c'est-à-dire l'avantage d'une plus grande visibilité aux portées inférieures, lorsque l'atmosphère est moins transparente.

Observations pratiques sur la visibilité des éclats de faible durée. — Il résulte de l'enquête, faite en 1886 sur les côtes de France par la Commission nautique spéciale chargée d'examiner l'éclairage électrique existant, qu'aucune critique ne peut être formulée au sujet de l'application pratique des feux à éclats rapides.

Les conclusions de la Commission ont été confirmées par les

observations de visibilité poursuivies chaque nuit, depuis 1888, sur les phares électriques de Créach, de Belle-Ile et de Barfleur, dont les éclats durent seulement $0^s,1$, et depuis 1892, sur les Feux-éclairs à l'huile de Sénétose (4e ordre), du Titan (3e ordre), de Hourtin (1er ordre), de Porquerolles (2e ordre), du Cap Blanc (5e ordre), etc..

Les navigateurs ne font aucune différence entre un feu durant $0^s,1$ ou $0^s,3$; dans ces limites, le temps reste inappréciable.

Mais au point de vue de la visibilité et de la netteté du caractère, il est indispensable que l'intervalle des éclats soit de courte durée, c'est-à-dire d'un petit nombre de secondes (1).

INTERVALLE DE SUCCESSION DES ÉCLATS

Feux-éclairs a éclats équidistants. — L'intervalle que l'on a reconnu le plus favorable dans les Feux-éclairs, dont les éclats se succèdent d'une manière continue, est de cinq secondes.

Diverses considérations ont fixé cet élément du nouveau système d'éclairage.

D'une part, plus l'intervalle de succession des éclats est grand, plus la puissance du feu est considérable pour une vitesse de rotation donnée, c'est-à-dire pour une même durée de l'éclat, puisque l'on peut diminuer le nombre des lentilles et en augmenter la surface ; d'autre part, les nécessités de la navigation limitent cet intervalle.

Si la durée des éclats est sans influence pour la reconnaissance

---

(1) *Note sur les appareils exposés à Chicago*, page 13.

du feu, il n'en est pas de même de la durée des intervalles qui facilite d'autant plus les relèvements qu'elle est elle-même plus courte. La Commission d'enquête de 1886 a reconnu, et l'avis des marins est unanime sur ce point, que le retour périodique des éclats d'un feu, à 5 secondes d'intervalle, rend faciles les relèvements avec l'alidade et le compas, aussi bien que la détermination des angles avec le cercle. On peut, à un moment quelconque, prendre un relèvement approché sur un premier éclat et le rectifier rapidement, avec toute l'exactitude voulue, sur ceux qui le suivent.

Il est facile de se rendre compte de l'avantage de cette méthode sur l'ancien système qui permet seulement de faire le relèvement pendant la durée, forcément prolongée, d'un seul éclat, l'intervalle qui le sépare de l'éclat suivant étant trop étendu pour permettre de corriger la première mesure [1].

Un autre avantage des éclats de courte durée à succession rapide est la facilité qu'ils donnent à la reconnaissance du phare; quelques secondes suffisent à caractériser d'une manière complète un feu scintillant, tandis qu'avec les feux à éclats longs et, par suite, à rotation lente, l'attention s'émousse pendant le temps relativement considérable qu'exige l'observation.

FEUX-ÉCLAIRS A ÉCLATS GROUPÉS. — Les Feux-éclairs à l'huile ou à l'électricité se prêtent aussi bien que l'ancien système, à la construction des feux à éclats groupés.

Les Feux-éclairs à éclats groupés peuvent comprendre un grand nombre de combinaisons, suivant que le feu est formé d'un

---

(1) *Notice sur les appareils exposés à Chicago*, p. 51 et 52.

ou de plusieurs groupes renfermant chacun un nombre variable d'éclats.

Feux-éclairs à groupes simples. — Le type le plus ordinairement employé est le Feu-éclair à groupes simples, c'est-à-dire constitué par un groupe de 2, 3, 4 éclats ou davantage, se reproduisant périodiquement à des intervalles déterminés.

La durée des éclats restant égale au temps maximum de perception intégrale, $0^s,1$, les intervalles qui séparent les groupes ont été fixés à 3 fois ceux qui séparent les éclats d'un même groupe. Cette répartition a été reconnue comme la plus convenable en pratique.

Le même inconvénient qu'avec les feux à éclats équidistants se présenterait d'ailleurs si l'on voulait augmenter l'intervalle séparant les groupes ; il faudrait, pour conserver la même durée d'éclat et le même intervalle dans le groupe, diminuer l'amplitude des lentilles et, par conséquent, leur puissance.

Feux-éclairs à groupes complexes. — On peut également combiner des Feux-éclairs à groupes complexes, dont la période comprend 2 groupes d'éclats, *groupes doubles*; 3 groupes d'éclats, *groupes triples* ou un plus grand nombre de groupes, chacun d'eux étant constitué par un nombre quelconque d'éclats.

Ce mode nouveau de groupement permet des combinaisons suffisamment nombreuses pour appliquer une numération effective aux phares, comme M. le capitaine MAHAN l'a réalisée avec l'ancien système, aux Etats-Unis.

Les avantages comparatifs des Feux-éclairs à groupes complexes, sur les anciens feux à rotation lente, restent les mêmes que pour les feux à éclats équidistants ou à groupes simples.

Les expériences que nous avons exécutées, sur des sources lumineuses présentant l'apparence d'un Feu-éclair à groupes

complexes, nous ont conduit à admettre qu'il était suffisant pour reconnaître facilement la caractéristique d'un tel feu, que les intervalles séparant les éclats d'un groupe aussi bien que les intervalles séparant deux groupes de la période, enfin l'intervalle séparant deux périodes successives, fussent proportionnels aux nombres 1, 2 et 4.

En donnant aux Feux-éclairs à groupes complexes une vitesse de 1 tour en 10 secondes, l'observation en est parfaitement nette et il est facile de lire le numéro du phare au premier coup d'œil.

PRINCIPES FONDAMENTAUX DU SYSTÈME DES FEUX-ÉCLAIRS. — Les considérations précédentes permettent de formuler d'une manière précise les deux principes d'établissement du système des Feux-éclairs, qui sont les suivants :

1° — La durée des éclats d'un Feu-éclair à éclats équidistants ou à éclats groupés doit être égale au temps maximum nécessaire à la perception intégrale du feu, soit à un dixième de seconde.

2° — L'intervalle de succession des éclats d'un Feu-éclair doit être de 5 secondes lorsque les éclats se succèdent d'une manière continue.

Dans les Feux-éclairs à groupes d'éclats simples, l'intervalle qui sépare les groupes doit être le triple de l'intervalle des éclats du même groupe.

Pour les Feux-éclairs à groupes complexes, l'intervalle des éclats d'un même groupe, de même que celui qui sépare deux groupes voisins, enfin l'intervalle qui termine la période, doivent être dans le rapport des nombres 1, 2 et 4.

II. — DONNÉES PRATIQUES D'ÉTABLISSEMENT DU SYSTÈME DES FEUX-ÉCLAIRS

Les principes généraux que l'on vient d'énoncer déterminent, comme on va le voir, d'une manière complète, les combinaisons des optiques des divers ordres avec les divers brûleurs à huile minérale.

NATURE DU FAISCEAU D'UNE LENTILLE ANNULAIRE ÉCLAIRÉE PAR UNE LAMPE A HUILE MINÉRALE. — Lorsqu'un brûleur à huile minérale est placé au foyer principal d'une lentille annulaire de phare, le faisceau qui sort de la lentille n'offre pas une densité uniforme dans ses différentes parties.

Dans son savant mémoire, M. l'Ingénieur en chef RIBIÈRE, démontre que la divergence donnée par les anneaux catadioptriques décroît en raison inverse de la distance de ces anneaux à la source lumineuse, leur coefficient de divergence propre étant égal à l'unité (1).

L'angle d'ouverture des faisceaux coniques élémentaires, dont l'ensemble constitue le faisceau total, et qui n'est autre chose que l'angle sous-tendu par la source lumineuse aux points

---

(1) *Propriétés optiques des appareils de Phares*, *loco citato*, pages 21 à 23.

considérés, est d'autant moindre que l'on s'écarte, vers les bords, de la lentille annulaire.

A grande distance, tous les faisceaux élémentaires pouvant être considérés comme ayant même sommet, le faisceau total se trouve formé d'une zône centrale où l'éclairage est sensiblement uniforme, entourée d'une deuxième zône où l'éclairement va en décroissant vers les bords.

L'angle de divergence qui limite la zône centrale est précisément l'angle du cône d'ouverture minima, c'est-à-dire celui qui correspond aux points de la lentille les plus éloignés du centre.

L'observateur placé à la limite de la portée ne reçoit donc que les rayons lumineux de la zône centrale du faisceau où l'éclairement est le plus puissant, les parties marginales ayant été absorbées pendant leur trajet.

La durée de l'éclat, à la limite de la portée, correspond donc au diamètre de cette zône centrale, ou, autrement dit, à l'angle de divergence minimum des points de la lentille les plus éloignés de la source lumineuse.

En calculant, à l'aide de cette remarque théorique, la durée des éclats, pour une optique et un brûleur donnés, on est assuré d'une limite inférieure que l'on n'atteindra même pas en pratique. Les imperfections, inévitables dans la taille du verre et dans le calage, tendent à augmenter presque toujours la divergence calculée, par suite aussi la durée de l'éclat.

La même remarque s'applique aux phares électriques dont la divergence pratique est toujours plus forte que la divergence théorique établie d'après les faibles dimensions de la source lumineuse.

Calcul pratique de la durée de l'éclat. — La remarque précédente indique immédiatement la marche pratique du calcul

de la durée de l'éclat, dans un Feu-éclair : il suffit de prendre la distance des points les plus éloignés de la lentille au foyer principal, ainsi que le diamètre de la flamme, ces deux éléments déterminant l'angle de divergence cherché.

La vitesse de rotation étant connue, la durée de l'éclat s'en déduit immédiatement. D'après le principe fondamental, cette durée doit se rapprocher, autant que possible, du temps de perception intégrale, soit 1/10 de seconde.

III. — COMBINAISONS OPTIQUES EMPLOYÉES DANS LES FEUX-ÉCLAIRS

FEUX-ÉCLAIRS A ÉCLATS ÉQUIDISTANTS

Feu-éclair à 1 lentille. — La dimension des lentilles employées dans les Feux-éclairs n'étant pas limitée *a priori*, on peut leur donner tout d'abord l'amplitude maxima compatible avec les dispositions des optiques de phares, c'est-à-dire 180°. Il suffit d'adopter, pour chaque longueur focale différente, un brûleur donnant une durée d'éclat de $0^s,1$, la vitesse de rotation étant suffisante pour ne pas dépasser l'intervalle de 5 secondes entre les éclats. Dans l'angle mort de 180°, on place un réflecteur sphérique en verre, taillé et argenté, qui renvoie sur la lentille les rayons non utilisés.

Cette première combinaison d'un Feu-éclair à éclats équidistants à une lentille, est représentée par la fig. 1 de la pl. I, et l'on a indiqué, au-dessous, son apparence. Elle permet seule de réaliser le maximum de puissance d'un appareil de phares, avec une vitesse de rotation d'une révolution complète en 5 secondes.

Feu-éclair à 2 lentilles. — Le Feu-éclair à 2 lentilles, pl. I, fig. 2, comporte 2 lentilles de 180°. L'appareil fait une révolution complète en 10 secondes. La puissance est un peu moins considérable que pour la première combinaison, mais la vitesse

de rotation étant moindre on peut employer, soit des brûleurs de plus faible diamètre, soit des optiques de plus grande longueur focale.

Feu-éclair à 4 lentilles. — Cette combinaison, pl. I, fig. 3, avec 4 lentilles de 90°, donne une puissance inférieure aux deux précédentes ; aussi n'est-elle employée que lorsque la dimension de la source lumineuse est faible, comme c'est le cas pour les Feux-éclairs électriques, ou lorsque la dimension considérable de l'optique, oblige à la renfermer dans une lanterne trop coûteuse, comme c'est le cas pour les appareils de premier ordre.

FEUX-ÉCLAIRS A ÉCLATS GROUPÉS

Feux-éclairs à groupes d'éclats simples. — Les Feux-éclairs à groupes d'éclats simples, comprennent deux, trois ou quatre éclats par groupe. L'optique est formée de 2, 3 ou 4 lentilles symétriques, laissant un angle mort dont le rapport, avec les angles séparant les axes des faisceaux, est de 3/1. On assure ainsi, aux éclipses séparant les groupes d'éclats, une durée triple de celles qui séparent les éclats d'un même groupe. Il est facile de voir que cette condition conduit aux trois combinaisons suivantes :

1° Pour les groupes de 2 éclats, pl. I, fig. 4,

2 lentilles dont les axes sont à angle droit.

Comme rien ne limite l'amplitude de ces lentilles, il devient possible de leur faire embrasser à chacune un angle de 135°. Un réflecteur sphérique utilise les rayons répandus dans l'angle mort de 135° et les renvoie sur les lentilles.

2° Pour les groupes de 3 éclats, pl. I, fig. 5,

3 lentilles dont les axes sont placés à 72°

et embrassant chacune un angle de 72°. Un réflecteur remplit l'angle mort de 144° qui sépare les groupes d'éclats.

3° Pour les groupes de 4 éclats, pl. I, fig. 6,

4 lentilles embrassant chacune 60°

et dont les axes sont à 60° les uns des autres, un réflecteur utilisant l'angle mort de 120°.

La vitesse de rotation de ces trois combinaisons est d'une révolution complète en 10 secondes. Les intervalles, compris entre les éclats d'un groupe et entre les groupes eux-mêmes, sont indiqués sur le tableau suivant :

TABLEAU N° 1

FEUX-ÉCLAIRS A GROUPES D'ÉCLATS SIMPLES

	GROUPES DE 2 ÉCLATS	GROUPES DE 3 ÉCLATS	GROUPES DE 4 ÉCLATS
Intervalle entre les éclats d'un groupe.	$2^s,5$	$2^s.$	$1^s,66$
Intervalle entre les groupes d'éclats .	$7^s,5$	$6^s.$	$5^s.$

L'emploi de lentilles symétriques assure l'égalité des divers faisceaux et, par suite, l'invariabilité du caractère à toutes les distances.

FEUX-ÉCLAIRS A GROUPES D'ÉCLATS COMPLEXES. — Les Feux-éclairs, à groupes d'éclats complexes, peuvent être constitués par 3, 4, 5 ou 6 lentilles. On obtient ainsi un grand nombre de combinaisons, sans qu'il soit nécessaire d'augmenter le nombre des lentilles aux dépens de la puissance.

Les intervalles des groupes d'éclats complexes ont comme

base les nombres proportionnels 1, 2, 4. Si l'on connaît le nombre de groupes et le nombre total des lentilles de l'appareil, la base précédente détermine l'angle que font entre elles les lentilles.

Les principales apparences des Feux-éclairs à groupes doubles et triples sont représentées sur la planche II.

Les Feux-éclairs à groupes d'éclats doubles correspondent à des numéros formés de nombres de deux chiffres, les Feux à groupes triples de nombres de trois chiffres.

Chaque combinaison, c'est-à-dire chaque numéro, peut représenter également le nombre retourné si l'on communique à l'optique un mouvement de sens inverse.

La vitesse de rotation pour tous les appareils est d'un tour en dix secondes.

Le tableau suivant donne les diverses constantes de chacune des combinaisons réalisables.

TABLEAU N° 2

FEUX-ÉCLAIRS A GROUPES COMPLEXES

NOMBRE de LENTILLES	NUMÉRO de la COMBINAISON	ANGLE séparant les axes des lentilles d'un groupe.	COMPOSITION DE L'OPTIQUE	SUCCESSION DES INTERVALLES EN DEGRÉS	SUCCESSION DES INTERVALLES EN TEMPS	NUMÉRO de la figure PLANCHE II
			GROUPES DOUBLES			
3 lentilles	12 ou 21	50°	2 lentilles dissymétriques de 90° déaxées à 25°. 1 lentille symétrique de 90°.	50°, 110°, 200°	$1^{s}39$, $3^{s}06$, $5^{s}55$	Fig. 10
4 lentilles	22 13 ou 31	45°	4 lentilles dissymétriques de 67°30′ déaxées à 22°30′. 4 lentilles symétriques de 45°.	45°, 90°, 45°, 180° 45°, 45°, 90°, 180°	$1^{s}25$, $2^{s}50$, $1^{s}25$, 5^{s} $1^{s}25$, $1^{s}25$, $2^{s}50$, 5^{s}	Fig. 11 Fig. 12
5 lentilles	14 ou 41 23 ou 32	40°	5 lentilles symétriques de 40°. 5 lentilles symétriques de 40°.	40°, 40°, 40°, 80°, 160° 40°, 40°, 80°, 40°, 160°	$1^{s}11$, $1^{s}11$, $1^{s}11$, $2^{s}22$, $4^{s}45$ $1^{s}11$, $1^{s}11$, $2^{s}22$, $1^{s}11$, $4^{s}45$	Fig. 13
6 lentilles	33 15 ou 51 24 ou 42	36°	6 lentilles symétriques de 36°.	36°, 36°, 72°, 36°, 36°, 144° 72°, 36°, 36°, 36°, 36°, 144° 36°, 72°, 36°, 36°, 36°, 144°	1^{s}, 1^{s}, 2^{s}, 1^{s}, 1^{s}, 4^{s} 2^{s}, 1^{s}, 1^{s}, 1^{s}, 1^{s}, 4^{s} 1^{s}, 2^{s}, 1^{s}, 1^{s}, 1^{s}, 4^{s}	Fig. 14 Fig. 15
			GROUPES TRIPLES			
4 lentilles	121 112 ou 211	40°	4 lentilles symétriques de 40°.	80°, 40°, 80°, 160° 80°, 80°, 40°, 160°	$2^{s}22$, $1^{s}11$, $2^{s}22$, $4^{s}45$ $2^{s}22$, $2^{s}22$, $1^{s}11$, $4^{s}45$	Fig. 16
5 lentilles	113 ou 311 122 ou 221 131 212	36°	5 lentilles symétriques de 36°.	72°, 72°, 36°, 36°, 144° 72°, 36°, 72°, 36°, 144° 72°, 36°, 36°, 72°, 144° 36°, 72°, 72°, 36°, 144°	2^{s}, 2^{s}, 1^{s}, 1^{s}, 4^{s} 2^{s}, 1^{s}, 2^{s}, 1^{s}, 4^{s} 2^{s}, 1^{s}, 1^{s}, 2^{s}, 4^{s} 1^{s}, 2^{s}, 2^{s}, 1^{s}, 4^{s}	Fig. 17
6 lentilles	114 ou 411 123 ou 321 132 ou 231 141 213 ou 312 222	30°	6 lentilles symétriques de 30°.	72°, 72°, 30°, 30°, 30°, 126° 72°, 30°, 72°, 30°, 30°, 126° 72°, 30°, 30°, 72°, 30°, 126° 72°, 30°, 30°, 30°, 72°, 126° 30°, 72°, 72°, 30°, 30°, 126° 30°, 72°, 30°, 72°, 30°, 126°	2^{s}, 2^{s}, $0^{s}8$, $0^{s}8$, $0^{s}8$, $3^{s}6$ 2^{s}, $0^{s}8$, 2^{s}, $0^{s}8$, $0^{s}8$, $3^{s}6$ 2^{s}, $0^{s}8$, $0^{s}8$, 2^{s}, $0^{s}8$, $3^{s}6$ 2^{s}, $0^{s}8$, $0^{s}8$, $0^{s}8$, 2^{s}, $3^{s}6$ $0^{s}8$, 2^{s}, 2^{s}, $0^{s}8$, $0^{s}8$, $3^{s}6$ $0^{s}8$, 2^{s}, $0^{s}8$, 2^{s}, $0^{s}8$, $3^{s}6$	Fig. 18

Il est facile de se rendre compte, par les chiffres du tableau, que les intervalles admis sont aisés à reconnaître et commodes pour les relèvements.

La puissance du feu décroît avec le nombre des lentilles de l'appareil et elle est peu élevée pour les combinaisons à 5 et à 6 lentilles ; mais il ne faut pas perdre de vue que les feux à groupes complexes ne sont pas destinés au grand atterrage et ne seront placés que pour fixer le navigateur sur le point exact où il atterrit. On n'emploiera donc, le plus souvent, que les appareils des petits ordres, leur portée étant suffisante pour le but que l'on se propose.

Dans toutes ces combinaisons, il est possible d'utiliser les angles morts de l'optique, en y plaçant des réflecteurs sphériques, formant portière, pour le service de l'appareil.

FEUX-ÉCLAIRS COLORÉS

La seule coloration admise dans les Feux qui doivent avoir une certaine portée est la coloration rouge.

Une première série de combinaisons consiste à colorer entièrement en rouge les Feux-éclairs à éclats équidistants ou à éclats groupés. Leur puissance étant notablement plus élevée que les feux de l'ancien système, malgré la réduction résultant de l'absorption du verre rouge, les portées que l'on obtient sont encore suffisantes pour justifier cette pratique.

On peut toutefois ne pas s'en tenir là et chercher des combinaisons de feux à éclats blancs et rouges, comme on les réalise fréquemment avec l'ancien système.

Ces apparences, assez commodes d'emploi, sont en faveur

dans plusieurs pays, notamment dans les mers tropicales, où le coefficient de transparence ne présente que de faibles variations; en France, on a renoncé à employer, dans un même phare, des éclats blancs et des éclats rouges.

Le coefficient d'absorption de la lumière rouge par l'atmosphère différant de celui de la lumière blanche, il n'est pas possible d'assurer, pour tous les états très variables de l'atmosphère, l'égalité des portées lumineuses des éclats blancs et colorés. Le caractère des feux multicolores peut donc varier, suivant les temps, vers la limite de la portée ; c'est là un inconvénient, que l'expérience a confirmé, surtout pour les feux de grand atterrage.

Toutefois, les feux multicolores ayant forcément une portée moindre que les feux blancs et ne pouvant être considérés que comme des feux secondaires, il pourra se trouver des cas où leur emploi sera commode et ne présentera plus l'inconvénient que nous venons de signaler.

Trois combinaisons sont les plus favorables pour les Feux-éclairs multicolores.

La première, pl. I, fig. 7, comprend des éclats équidistants alternativement blancs et rouges. Les dispositions ont été prises pour égaliser, autant que possible, les puissances des deux faisceaux. La lentille rouge symétrique embrasse 180°, la lentille blanche symétrique 70°; les angles morts sont occupés par un réflecteur sphérique, qui vient renforcer l'éclat rouge. L'appareil fait un tour en 10 secondes.

La deuxième combinaison, pl. I, fig. 8, est celle d'un Feu-éclair à éclats groupés; les groupes, formés de 2 éclats blancs, produits par des lentilles de 60°, sont séparés les uns des autres par un éclat rouge; un réflecteur utilise l'angle mort. La vitesse de rotation de 1 tour en 10 secondes laisse, entre les éclats blancs, un

intervalle de 1^s66, et, entre l'éclat rouge et le groupe blanc, 4^s16.

Une troisième combinaison, pl. I, fig. 9, correspond à un Feu-éclair, à groupes de 3 éclats blancs, chaque groupe séparé du suivant par un éclat rouge. Ici, les 3 lentilles blanches symétriques de 60°, embrassent la moitié de l'optique. Pour une vitesse de rotation d'une révolution en 10 secondes, l'intervalle qui sépare les éclats blancs, est de 1^s66, et celui qui s'étend de l'éclat rouge aux groupes d'éclats blancs, de 3^s33.

FEUX-ÉCLAIRS ÉLECTRIQUES

Les optiques des Feux-éclairs électriques, ont une longueur focale de 0^m30. On a reconnu, en effet, qu'il était inutile, pour l'obtention de grandes puissances, de recourir à des optiques de dimensions plus considérables.

Le nouveau Feu-éclair à 4 lentilles de La Hève, avec un courant de 100 ampères, possède une puissance 4 fois plus considérable que le phare électrique le plus récent de la côte anglaise (Sainte-Catherine, île de Wight), dont l'appareil de 2e ordre (1^m40 de diamètre), construit d'après l'ancien système, n'a pas moins de 16 lentilles et consomme 350 ampères.

Les difficultés que présente la taille exacte des optiques des Feux-éclairs électriques, sont une raison de plus de ne pas augmenter leurs dimensions et le rendement est d'autant meilleur que la taille et l'ajustage des divers éléments se rapprochent davantage des données théoriques.

Les mesures pratiques, exécutées sur les faisceaux des Feux-éclairs, construits pour l'Administration française, ont indiqué une divergence de 1°50' environ. Il en résulte les durées

d'éclats suivantes, pour les combinaisons adoptées, avec un courant de 100 ampères :

Appareil à 4 lentilles, 1 tour en 20 secondes, 0^s1.

Appareil à 2 lentilles, 1 tour en 10 secondes, 0^s05.

La puissance apparente de la 2e combinaison sera donc, d'après les bases théoriques du système des Feux-éclairs, inférieure à la puissance réelle, aux limites de la portée ; mais, aux portées inférieures, elle sera moins réduite, le temps minimum de perception intégrale allant en diminuant, à mesure que croît l'intensité photométrique du feu. On pourra donc avoir avantage à réduire la portée maxima pour améliorer la visibilité aux distances moindres.

Les combinaisons optiques, employées pour les Feux-éclairs, sont au nombre de deux.

1° Le Feu-éclair à éclats équidistants à 4 lentilles (phare de La Hève, phare de l'île d'Yeu, phare d'Eckmühl), pl. I, fig. 3, dont la durée de l'éclat est de 0^s1 et la vitesse de rotation d'un tour en 20 secondes. La disposition de l'optique est la même que celle des phares à huile.

2° Le Feu-éclair à groupes de 2 éclats (phare de la Coubre, phare de la Canche), pl. I, fig. 4, dont la disposition reste la même que celle des feux à l'huile. Sa révolution étant d'un tour en 10 secondes, la durée de l'éclat n'est que de 0^s05 et la puissance apparente inférieure à la puissance réelle. On pourra néanmoins avoir avantage à employer dans certains cas cette combinaison, comme on le verra par l'examen de la puissance et de la portée, laquelle dépasse toujours par temps moyen la portée géographique.

Effet utile maximum d'un appareil d'éclairage. — Le problème fondamental d'un système d'éclairage consiste à déter-

miner l'effet utile maximum que l'on pourra obtenir à l'aide d'une optique de longueur focale déterminée. Ce problème, qui n'était même pas posé avec l'ancien système, se résout facilement avec les Feux-éclairs.

On peut l'énoncer de la manière suivante :

Etant donné un profil d'optique lenticulaire de longueur focale connue, le nombre des lentilles de l'appareil, la durée des éclats et leur intervalle, quel doit être le diamètre de la source lumineuse, satisfaisant aux conditions précédentes?

Soit α l'angle de divergence horizontale correspondant aux points de l'optique les plus éloignés du foyer principal, c'est-à-dire à la zone centrale du faisceau.

l la distance des points extrêmes de l'optique au foyer.

n le nombre des lentilles.

e l'intervalle séparant les éclats.

d le diamètre de la source lumineuse.

τ la durée de l'éclat.

Le nombre des lentilles étant n, le produit ne représente la durée d'une révolution complète de l'appareil.

La durée d'un éclat sera donc $ne\,\frac{d}{2n}$; d'autre part, la valeur de l'angle α se confondant avec sa tangente dans les limites de la pratique, on a $\alpha = \frac{d}{l}$.

La durée de l'éclat est donc $ne\,\frac{d}{2nl}$ et elle doit être égale à τ, l'une des bases du système

$$ne\,\frac{d}{2nl} = \tau,$$

d'où $d = \frac{2nl\tau}{ne}$; mais $\tau = 0^s{,}1$, $e = 5^s$,

on a donc enfin $d = 0{,}1256\,\frac{l}{n}$.

Cette formule permet de calculer pour chaque ordre, et par conséquent pour chaque valeur de l et de n, le diamètre d du brûleur

qui seul permet de réaliser les conditions fondamentales du système des Feux-éclairs et, par conséquent, le maximum d'effet utile.

Les résultats de ce calcul fixent les diverses combinaisons d'optiques et de brûleurs que l'on peut réaliser avec les Feux-éclairs à l'huile minérale.

Classification des combinaisons d'optiques et de brûleurs.— Les diamètres extérieurs des becs à pétrole employés dans les Feux-éclairs sont les suivants :

TABLEAU N° 3

1 MÈCHE	2 MÈCHES	3 MÈCHES	4 MÈCHES	5 MÈCHES	6 MÈCHES
0^m020	0^m040	0^m060	0^m080	0^m010	0^m012

En choisissant les diamètres pratiques qui se rapprochent davantage des valeurs théoriques fournies par la formule précédente, il devient possible de rassembler en tableaux les combinaisons des optiques, d'apparences diverses, avec les divers brûleurs pour tous les ordres.

Dans les tableaux n° 4 et n° 5, nous avons indiqué les éléments principaux de la construction de l'optique ainsi que la vitesse de rotation.

TABLEAU N° 4

COMBINAISONS D'OPTIQUES ET DE BRULEURS

POUR LES FEUX-ÉCLAIRS A HUILE MINÉRALE

LONGUEUR FOCALE de L'OPTIQUE	ÉCLATS ÉQUIDISTANTS — FEUX BLANCS OU FEUX ROUGES					
	1 lentille de 180° et 1 réflecteur de 180° — *1 tour en 5 secondes.*		2 lentilles de 180° — *1 tour en 10 secondes.*		4 lentilles de 90° — *1 tour en 20 secondes.*	
	DIAMÈTRE THÉORIQUE du brûleur.	NOMBRE PRATIQUE de mèches.	DIAMÈTRE THÉORIQUE du brûleur.	NOMBRE PRATIQUE de mèches.	DIAMÈTRE THÉORIQUE du brûleur.	NOMBRE PRATIQUE de mèches.
1er ORDRE $0^{m}920$	$0^{m}198$	10 mèches	$0^{m}099$	Bec fort 6 mèches. Bec faible 4 mèches.	$0^{m}0495$	Bec fort 6 mèches. Bec faible 4 mèches.
2e ORDRE $0^{m}700$	$0^{m}154$	8 mèches	$0^{m}077$	Bec fort 6 mèches. Bec faible 4 mèches.	$0^{m}038$	Bec fort 5 mèches. Bec faible 4 mèches.
3e ORDRE $0^{m}500$	$0^{m}120$	Bec fort 6 mèches. Bec faible 4 mèches.	$0^{m}060$	Bec fort 4 mèches. Bec faible 3 mèches.	»	»
3e ORDRE $0^{m}375$ Petit modèle	$0^{m}100$	Bec fort 5 mèches. Bec faible 3 mèches.	$0^{m}050$	Bec fort 4 mèches. Bec faible 3 mèches.	»	»
4e ORDRE $0^{m}250$	$0^{m}063$	Bec fort 4 mèches. Bec faible 3 mèches.	$0^{m}031$	Bec fort 3 mèches. Bec faible 2 mèches.	»	»
5e ORDRE $0^{m}1875$	$0^{m}045$	2 mèches.	$0^{m}022$	2 mèches.	»	»
6e ORDRE $0^{m}150$	$0^{m}038$	2 mèches.	$0^{m}019$	2 mèches.	»	»

TABLEAU N° 5

COMBINAISONS D'OPTIQUES ET DE BRULEURS

POUR LES FEUX-ÉCLAIRS A HUILE MINÉRALE

LONGUEUR FOCALE DE L'OPTIQUE	ÉCLATS GROUPÉS FEUX BLANCS OU FEUX ROUGES *(Un tour en 10 secondes)*				ÉCLATS BLANCS ET ROUGES *(Un tour en 10 secondes)*	
	GROUPES SIMPLES		GROUPES COMPLEXES			
	2 ÉCLATS groupés { 2 lentilles de 135°, 1 réflecteur de 90° 3 ÉCLATS groupés { 3 lentilles de 72°, 1 réflecteur de 144° 4 ÉCLATS groupés { 4 lentilles de 60°, 1 réflecteur de 120°		GROUPES DOUBLES 3 lentilles de 90° 4 » » 67° 1/2 4 » » 45° 5 » » 40° 5 » » 36° GROUPES TRIPLES 4 lentilles de 40° 5 » » 36° 6 » » 30°		1 ÉCLAT BLANC 1 ÉCLAT ROUGE { 1 lentille blanche de 70°, 1 » rouge de 180°, 2 réflecteurs de 55° 2 ÉCLATS BLANCS 1 ÉCLAT ROUGE { 2 lentilles blanches de 60°, 1 » rouge de 180°, 2 réflecteurs de 60° 3 ÉCLATS BLANCS 1 ÉCLAT ROUGE { 3 lentilles blanches de 160°, 1 » rouge de 180°	
	DIAMÈTRE THÉORIQUE du brûleur	NOMBRE PRATIQUE de mèches	DIAMÈTRE THÉORIQUE du brûleur	NOMBRE PRATIQUE de mèches	DIAMÈTRE THÉORIQUE du brûleur	NOMBRE PRATIQUE de mèches
1er ORDRE $0^{m}920$	$0^{m}099$	Bec fort 6 m. Bec faible 4 m.	»	»	$0^{m}099$	Bec fort 6 m. Bec faible 4 m.
2e ORDRE $0^{m}700$	$0^{m}084$	Bec fort 5 m. Bec faible 4 m.	»	»	$0^{m}084$	Bec fort 5 m. Bec faible 4 m.
3e ORDRE $0^{m}500$	$0^{m}060$	Bec fort 4 m. Bec faible 3 m.	»	»	$0^{m}060$	Bec fort 4 m. Bec faible 3 m.
3e ORDRE $0^{m}375$ Petit modèle	$0^{m}050$	Bec fort 4 m. Bec faible 3 m.	»	»	$0^{m}050$	Bec fort 4 m. Bec faible 3 m.
4e ORDRE $0^{m}250$	$0^{m}031$	Bec fort 3 m. Bec faible 2 m.	$0^{m}031$	Bec fort 3 m. Bec faible 2 m.	$0^{m}031$	Bec fort 3 m. Bec faible 2 m.
5e ORDRE $0^{m}1875$	$0^{m}022$	2 mèches	$0^{m}022$	2 mèches	$0^{m}022$	2 mèches
6e ORDRE $0^{m}150$	$0^{m}019$	2 mèches	$0^{m}019$	2 mèches	$0^{m}019$	2 mèches

On voit immédiatement, à l'inspection de ces tableaux, que les Feux-éclairs à éclats équidistants du premier et du deuxième ordre à 1 lentille ne pourraient donner une durée d'éclat suffisante avec un brûleur à 6 mèches. Il faudrait donc recourir à des becs à 10 et à 8 mèches dont les inconvénients, au point de vue de la simplicité et de la sécurité du service, sont assez connus pour faire rejeter cette combinaison. Il en serait de même *a fortiori* pour les appareils hyperradiants qui ne pourraient rentrer dans la série qu'avec des becs à 14 mèches.

On se limitera donc au troisième ordre pour les Feux-éclairs à 1 lentille. Pour les ordres inférieurs, il y aura toujours avantage à n'employer que des appareils à 1 lentille et pour le premier et le deuxième ordre des appareils à 2 lentilles.

Quant aux appareils à 4 lentilles, ils n'offrent d'intérêt que par leurs dimensions plus réduites qui permettent de diminuer le diamètre de la lanterne et de la tour et, par suite, le prix du phare tout entier, mais comme on le verra au chapitre suivant, leur puissance est beaucoup moindre que celle des combinaisons précédentes.

Pour le premier et le deuxième ordre on a indiqué sur le tableau n° 4, en les entourant d'un double trait, les combinaisons nécessistant l'emploi d'un brûleur à plus de 6 mèches, ainsi que les appareils à 4 lentilles, plus économiques mais de puissance moindre; quant aux appareils à 2 lentilles des ordres suivants, ils n'ont d'autre avantage que de procurer une légère économie sur la consommation d'huile.

Pour les Feux-éclairs à éclats groupés, simples ou complexes, ainsi que pour les Feux-éclairs blancs et rouges, le tableau n° 5 donne également les dimensions théoriques des brûleurs qu'il faut employer.

Double série de becs. — Dans la pratique on a reconnu avantageux de munir chaque phare, sauf ceux de cinquième et sixième ordre, de 2 séries de becs de diamètres différents, un bec de fort diamètre, d'un éclat plus puissant, devant servir par temps brumeux lorsque la transparence est mauvaise, et un bec de faible diamètre, d'un éclat moindre, pour le temps clair. Les dispositions du bec sont telles que son changement peut se faire rapidement si les circonstances l'exigent. On réalise de cette manière le minimum de consommation moyenne pendant l'année, tout en proportionnant la dépense au résultat que l'on veut obtenir.

Les becs de la série faible ont, en général, les diamètres correspondant aux valeurs théoriques calculées. Cette condition peut toutefois n'être pas exactement réalisée, l'excédent de portée considérable par temps clair permettant de diminuer un peu la durée de l'éclat et celle de l'intensité apparente, sans grand inconvénient pour le navigateur, avec un bénéfice notable au point de vue de la consommation.

Les becs de la série forte sont de diamètres supérieurs ou au moins égaux aux nombres théoriques.

Intensités variables de courant pour les feux électriques. — Comme pour les Feux-éclairs à l'huile, on cherche à proportionner, dans les Feux-éclairs électriques, la dépense avec le résultat à atteindre. On fait donc usage, suivant l'état atmosphérique, de 3 intensités différentes de courant : 25 ampères par temps clair, 50 ampères lorsque la transparence baisse et 100 ampères lorsqu'elle devient tout à fait mauvaise.

Les combinaisons des Feux-éclairs électriques sont résumées ci-après.

TABLEAU N° 6

FEUX-ÉCLAIRS ÉLECTRIQUES

APPARENCE DU FEU	COMPOSITION DE L'OPTIQUE (Longueur focale 0^m30)	INTENSITÉ DU COURANT
Éclats équidistants.	4 lentilles de 90°.	25, 50 ou 100 ampères dans la lampe.
Éclats groupés.	2 lentilles de 135°. 1 réflecteur de 90°.	25, 50 ou 100 ampères dans la lampe.

CHAPITRE DEUXIÈME

PUISSANCE
ET PORTÉE DES FEUX-ÉCLAIRS

I. — PUISSANCE LUMINEUSE

DÉFINITION DE LA PUISSANCE LUMINEUSE

Lorsqu'on s'éloigne progressivement d'un phare ou d'un appareil optique éclairé par une source lumineuse, en se maintenant dans l'axe du faisceau auquel il donne naissance, on constate que l'intensité lumineuse varie d'une manière différente suivant la région dans laquelle on se trouve.

A peu de distance du phare, jusqu'à 100 mètres environ pour un appareil de 1er ordre et 500 mètres pour un phare électrique, l'intensité mesurée au photomètre ou l'éclairement au point où l'on se trouve, ne décroît pas en raison inverse

du carré de la distance l, le produit de ces deux nombres $E\,l^2$ augmentant à mesure que l'on s'éloigne. A partir de la limite indiquée plus haut, ce produit devient constant quelle que soit la distance, et c'est lui que l'on prend comme mesure de la puissance de l'appareil optique.

Il est facile de se rendre compte que le produit $E\,l^2$ va d'abord en croissant dans la proximité immédiate du phare, en observant que, dans cette région, l'œil de l'observateur ou le photomètre ne reçoit qu'une partie de la lumière émise par l'appareil, et non pas la totalité, la divergence naturelle de chacun des éléments de l'optique obligeant les rayons à parcourir une certaine distance avant de pouvoir se croiser et se mélanger pour former le faisceau complet.

Dans la pratique, cette distinction n'intervient pas, puisque la distance où se trouve le navigateur est toujours beaucoup plus considérable.

En faisant abstraction de l'absorption atmosphérique, nous pouvons donc donner la définition suivante conforme aux faits et au raisonnement :

La puissance d'un phare est le produit constant de l'éclairement mesuré dans l'axe du faisceau, à une distance donnée du phare, par le carré de cette distance ; ou, sous une autre forme, c'est l'intensité photométrique d'un feu nu qui produirait le même éclairement sur l'axe à la même distance.

Si l'on considère, toutefois, l'observateur lui-même et non plus la plage éclairée du photomètre, l'impression lumineuse reste constante tant que l'œil perçoit la dimension propre de l'appareil optique. Comme le fait remarquer M. l'Inspecteur général Bourdelles, à mesure que l'on s'éloigne, l'intensité du phare diminue, mais son image, dans la rétine, décroît

dans la même proportion, et, par suite, l'éclat apparent reste constant. Lorsque la dimension angulaire de l'appareil devient inférieure à 1' d'angle, c'est-à-dire à une distance de 5 milles environ pour un phare de 1er ordre, l'œil ne perçoit plus de dimension, et le phare se réduit à un point lumineux. A partir de cette limite, l'impression de l'œil devient proportionnelle à l'éclairement, et, par conséquent, inversement proportionnelle au carré de la distance comme l'indique le photomètre.

La définition de la puissance d'un phare, que nous venons de donner, est donc générale et se rapporte aussi bien à l'impression visuelle qu'aux mesures photométriques, pourvu qu'on l'applique à partir d'une certaine distance, d'ailleurs peu élevée, et toujours dépassée dans la pratique.

ÉLÉMENTS DE LA PUISSANCE LUMINEUSE D'UN APPAREIL OPTIQUE

Éclat de la source. — L'éclat intrinsèque de la source est l'élément le plus important de la puissance. Il est facile de s'en assurer en plaçant au foyer d'une optique deux brûleurs avec un nombre différent de mèches. Le brûleur le plus fort donne une puissance plus élevée, non pas parce que son diamètre est plus grand, mais parce que l'éclat de sa flamme, par unité de surface, est plus considérable. L'arc voltaïque permet d'atteindre la puissance de beaucoup la plus élevée, bien que la dimension des parties incandescentes soit faible, car son éclat est hors de proportion avec celui des brûleurs à pétrole les plus perfectionnés.

Toute disposition qui augmente l'éclat de la source, augmente

dans la même proportion la puissance du faisceau émis par l'appareil optique. Cette notion de l'éclat est indépendante de l'intensité photométrique de la source elle-même. C'est ainsi que de deux sources lumineuses, par exemple un brûleur à 10 mèches et 1 bec Auer, dont la première donnera une valeur en becs Carcel plus élevée que la seconde, c'est le brûleur à gaz qui, introduit dans un appareil optique, fournira une puissance plus élevée, son éclat intrinsèque étant lui-même plus considérable. On peut donc dire que la puissance d'un appareil de phare est proportionnelle à l'éclat intrinsèque moyen de la source lumineuse qui l'éclaire.

Surface de la lentille ou section droite du faisceau. — Dans les appareils à éclats, le deuxième élément dont dépend la puissance lumineuse est la section droite du faisceau ou la surface de la lentille annulaire.

Lorsqu'on regarde à distance une lentille annulaire éclairée, on constate que chaque point paraît doué du même éclat que la source elle-même. La lentille agit donc pour l'œil comme si la source lumineuse s'était agrandie, sa surface étant devenue égale à celle de la lentille, tout en conservant son éclat primitif.

Cette observation n'est rigoureusement exacte que si la lentille est exempte d'aberration de sphéricité ou de défauts produisant des déviations ou des dispersions nuisibles des rayons. Dans la pratique, il en est toujours ainsi ; mais si l'on fait abstraction de ces pertes inévitables, on constate que la puissance comparée de 2 lentilles annulaires, de même construction, éclairées par des brûleurs ayant même éclat intrinsèque, est proportionnelle à la section droite de leur faisceau, c'est-à-dire à la surface utile des lentilles.

La longueur focale des lentilles n'intervient donc pas dans l'expression de la puissance. Deux lentilles de longueurs focales différentes, mais présentant même surface, donneront la même puissance avec la même source. Si l'on augmente la longueur focale dans les appareils de phares, en passant des petits ordres aux grands, c'est uniquement pour pouvoir augmenter la surface utile des lentilles.

Rendement de l'Optique. — Les considérations précédentes montrent que la puissance lumineuse d'une lentille annulaire parfaite est égale au produit de l'éclat intrinsèque moyen de la source par la section droite du faisceau au sortir de la lentille. Les principales causes de pertes sont l'absorption qu'éprouve la lumière en traversant les prismes, les réflexions à l'entrée et à la sortie de la lentille, les aberrations de sphéricité qu'entraînent les imperfections inévitables de la courbure, enfin les écarts que peuvent présenter les positions relatives des divers éléments, les uns par rapport aux autres, dans leur garniture métallique. Il faut donc affecter la valeur théorique de la puissance d'un coefficient pratique que l'expérience seule permet d'évaluer et qui dépend de la nature ainsi que de la composition de l'optique.

Expression générale de la puissance lumineuse. — Désignons par :

P la puissance lumineuse d'une lentille annulaire, comptée en becs Carcel.

i l'éclat intrinsèque moyen de la source lumineuse.

S la section droite du faisceau à la sortie de la lentille.

λ le coefficient de réduction ou rendement de l'optique.

On peut écrire immédiatement l'expression générale de la puissance : $P = \lambda\, i\, S$ (1)

C'est à l'aide de cette formule que l'on calcule la puissance des Feux-éclairs des divers ordres, en prenant comme base les mesures effectuées sur les appareils de l'ancien système d'après la méthode que nous allons indiquer.

CALCUL DE LA PUISSANCE LUMINEUSE DES FEUX-ÉCLAIRS

ÉCLAT PRATIQUE D'UNE LENTILLE ANNULAIRE ÉCLAIRÉE PAR UN BRULEUR DONNÉ. — La mesure de l'éclat intrinsèque moyen d'une source lumineuse est une opération très délicate. Pour les brûleurs à pétrole, notamment, l'éclat de la flamme n'est pas constant en tous les points ; il est plus élevé au centre que sur les bords. Il serait donc très difficile d'évaluer d'une manière suffisamment exacte la valeur absolue de l'éclat i qui entre dans la formule générale.

D'autre part, la valeur du coefficient de rendement λ ne pourrait s'obtenir qu'en comparant la puissance théorique iS à la puissance réelle λiS de l'optique, et, comme nous venons de le dire, la difficulté de la mesure de i rendrait cette évaluation fort douteuse.

L'expérience permet de s'affranchir de la mesure distincte de ces deux quantités en ne considérant que leur produit λi que nous appellerons l'éclat pratique de la lentille et désignerons par la lettre e.

La formule (1) se réduira donc à l'expression (2) plus simple :

$$P = eS \quad (2)$$

Il suffira donc pour calculer la puissance d'une lentille à éclats, de forme et de dimension quelconques, éclairée

par un brûleur donné, de connaître à l'aide d'une expérience photométrique préalable la puissance P' d'une lentille de même distance focale, de surface quelconque d'ailleurs, éclairée par le même brûleur.

En vertu de la formule (2) on aura donc :

$$P' = eS'$$

L'éclat pratique e reste forcément le même, quelle que soit la dimension de la lentille, puisqu'il ne dépend que de l'éclat intrinsèque du brûleur, qui est le même dans les deux cas, et du rendement de l'optique qui n'a pas changé.

En effectuant le quotient $\frac{P'}{S'}$, c'est-à-dire en divisant la puissance connue par la section droite également connue, on aura l'éclat pratique e de la combinaison optique choisie.

Le produit de l'éclat pratique e ainsi déterminé et de la section droite S de la lentille considérée, donnera la puissance P cherchée.

ÉCLATS INTRINSÈQUES MOYENS DES BRULEURS A HUILE MINÉRALE. — Comme on vient de le voir, il n'est pas nécessaire pour calculer la puissance d'un Feu-éclair ou d'une optique quelconque de connaître l'éclat intrinsèque moyen du brûleur employé.

Il suffit d'avoir déterminé par une expérience préalable la puissance d'une optique de même distance focale éclairée par le même brûleur.

Toutefois si l'on ne connaît pas *a priori* l'éclat intrinsèque des divers brûleurs, il est possible d'obtenir les rapports de ces éclats entre eux, en les plaçant successivement au foyer de la même optique et en mesurant les puissances correspondantes.

La formule générale fournit les valeurs

$$P_1 = e_1 S \qquad P_2 = e_2 S \qquad P_3 = e_3 S, \text{ etc.}$$

la section droite du faisceau à la sortie de la lentille restant constante.

On en déduit les rapports cherchés :

$$\frac{e_2}{e_1} = \frac{P_2}{P_1} \qquad \frac{e_3}{e_2} = \frac{P_3}{P_2}$$

En choisissant comme unité l'éclat pratique du brûleur le plus faible les autres éclats sont représentés par des nombres proportionnels.

Cette méthode permet de vérifier également la définition fondamentale de la puissance.

En plaçant la même série de brûleurs au foyer d'une deuxième optique de distance focale différente et de dimensions différentes, on aura les nouvelles relations :

$$P'_1 = e'_1 S' \qquad P'_2 = e'_2 S' \qquad P'_3 = e'_3 S', \text{ etc.}$$

qui fournissent les rapports

$$\frac{e'_2}{e'_1} = \frac{P'_2}{P'_1} \qquad \frac{C'_3}{C'_2} = \frac{P'_3}{P'_2}, \text{ etc,}$$

Si la théorie est exacte, ces rapports devront être égaux à à ceux déterminés avec la première lentille, soit :

$$\frac{e'_2}{e'_1} = \frac{e_2}{e_1} \qquad \frac{e'_3}{e'_2} = \frac{e_3}{e_2}, \text{ etc.}$$

VÉRIFICATION DE LA FORMULE FONDAMENTALE. — Les expériences directes nombreuses et très soignées effectuées durant plusieurs années par le Service central des phares de France sur tous les appareils optiques en usage, expériences résumées dans les travaux de M. ALLARD, donnent, en dehors de toute théorie, les mesures nécessaires pour contrôler la formule admise pour le calcul de la puissance lumineuse.

Le tableau suivant, que nous donnons à titre d'exemple, a

été établi avec les valeurs indiquées dans le mémoire sur l'*Intensité et la portée des phares*.

TABLEAU N° 7

LENTILLE ANNULAIRE DE 45°

	NOMBRE de MÈCHES	PUISSANCE en BECS CARCEL	RAPPORT des ÉCLATS DES BRULEURS
1er ORDRE	5 mèches 4 mèches	9.255 becs 8.476 becs	$\frac{\text{5 mèches}}{\text{4 mèches}} = 1,09$
2e ORDRE	5 mèches 4 mèches	5.146 becs 4.700 becs	$\frac{\text{5 mèches}}{\text{4 mèches}} = 1,09$
3e ORDRE	4 mèches 3 mèches	4.700 becs 4.229 becs	$\frac{\text{4 mèches}}{\text{3 mèches}} = 1,11$
4e ORDRE	4 mèches 3 mèches	2.286 becs 2.017 becs	$\frac{\text{4 mèches}}{\text{3 mèches}} = 1,13$

On voit que le rapport de l'éclat de deux brûleurs donnés reste le même quelle que soit la longueur focale de la lentille. C'est ainsi que le brûleur à 6 mèches a un éclat 1,09 fois plus fort que le bec à 4 mèches, et le bec à 4 mèches un éclat 1,12 fois en moyenne plus fort que le bec à 3 mèches. Les différences constatées sont de l'ordre des erreurs d'observation.

Il en est de même lorsque l'on compare les puissances obtenues avec divers brûleurs placés au foyer de lentilles de même distance focale mais de surface différente. Les exemples

suivants font ressortir cette seconde vérification de la définition fondamentale.

TABLEAU N° 8

LENTILLES DE 1er ORDRE

DIMENSION de la LENTILLE	NOMBRE de MÈCHES	PUISSANCE en BECS CARCEL	RAPPORT des ÉCLATS DES BRULEURS
$\frac{1}{8}$ ou 45°	6 mèches 5 mèches	9.847 becs 9.255 becs	1,06
$\frac{1}{12}$ ou 30°	6 mèches 5 mèches	6.414 becs 6.030 becs	1,06
$\frac{1}{16}$ ou 22°30′	6 mèches 5 mèches	4.752 becs 4.466 becs	1,06
$\frac{1}{24}$ ou 15°	6 mèches 5 mèches	3.073 becs 2.889 becs	1,06
$\frac{1}{8}$ ou 45°	5 mèches 4 mèches	9.255 becs 8.476 becs	1,09
$\frac{1}{24}$ ou 15°	5 mèches 4 mèches	2.889 becs 2.642 becs	1,09

Les rapports précédents restent donc constants au 1/1000 près, quelle que soit la surface de la lentille et quelle que soit la distance focale. La loi fondamentale se trouve donc vérifiée par l'expérience avec une rigueur complète et peut être appliquée au calcul de la puissance d'une optique quelconque.

COMPARAISON DE L'ÉCLAT INTRINSÈQUE MOYEN DE L'INTENSITÉ ET DE LA CONSOMMATION D'UN BRULEUR

Le calcul de la puissance d'un appareil optique, basé sur l'éclat de la source lumineuse, diffère complètement de la méthode suivie jusqu'à ces dernières années. L'optique était envisagée comme possédant un pouvoir amplificateur représenté par un certain coefficient ; le produit de l'intensité du brûleur et de ce coefficient constituait la puissance ou l'intensité du faisceau. On cherchait donc à déterminer séparément l'intensité du feu nu et la valeur du coefficient de l'optique.

Cette manière de procéder a le grave inconvénient de négliger l'élément fondamental de la puissance, l'éclat intrinsèque de la source. On est conduit, par ce raisonnement, à rechercher les sources lumineuses fournissant l'intensité la plus considérable au lieu de se préoccuper surtout de leur éclat intrinsèque.

Il est facile de se rendre compte, par un simple graphique, que l'éclat intrinsèque est loin de croître proportionnellement à l'intensité dans un brûleur à huile minérale et, par conséquent, à la consommation d'huile.

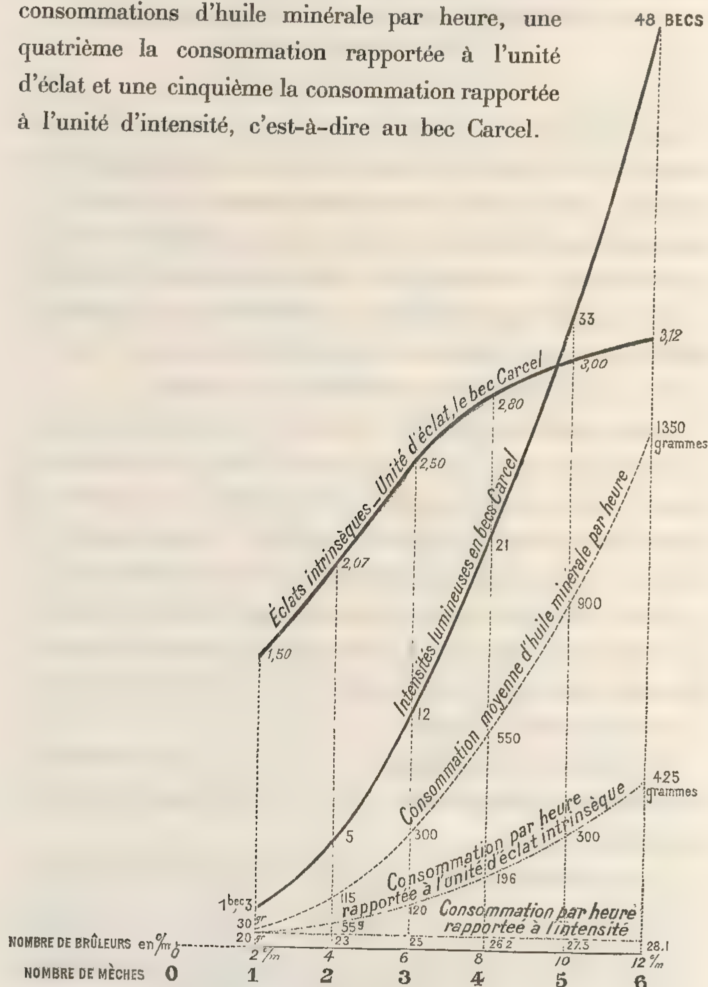
La figure suivante représente les données expérimentales se rapportant aux brûleurs de 1 à 6 mèches employés dans les Feux-éclairs [1].

Une première courbe donne les intensités lumineuses de

---

(1) Ces courbes sont extraites du *Mémoire* déjà cité de M. l'Inspecteur général Bourdelles, avec les données se rapportant aux becs employés dans les Feux-éclairs.

chaque brûleur, une deuxième les éclats intrinsèques, déterminés par la méthode précédente et rapportés à l'éclat de la lampe Carcel, pris comme unité. Une troisième courbe représente les consommations d'huile minérale par heure, une quatrième la consommation rapportée à l'unité d'éclat et une cinquième la consommation rapportée à l'unité d'intensité, c'est-à-dire au bec Carcel.



Le graphique indique que l'éclat intrinsèque ne croît plus que faiblement avec les brûleurs à cinq et à six mèches, tandis que la consommation devient considérable.

La consommation rapportée à l'unité d'intensité, c'est-à-dire au bec Carcel reste à peu près constante, elle croît au contraire très rapidement si on la compare à l'unité d'éclat produite. Le bec à 4 mèches consomme 10 fois plus par unité d'éclat que le bec à 1 mèche et le bec à 6 mèches 21 fois plus ; le rendement des gros brûleurs au point de vue de la puissance du faisceau est donc rapidement décroissant. Cette observation, sans parler des complications du service, suffit à faire rejeter l'emploi des brûleurs à 8 et 10 mèches, appliqué dans certains pays, ainsi que celui des gros brûleurs à gaz, dont l'intensité du feu nu, sensiblement proportionnelle à leur consommation, est beaucoup plus forte.

Méthode suivie pour le calcul de la puissance des feux-éclairs. — En prenant comme base les puissances données par M. Allard pour les appareils de l'ancien système, il est facile, en mesurant ou en calculant la section droite du faisceau, de déterminer pour chaque combinaison de lentille et de brûleur l'éclat pratique correspondant. Le quotient de la puissance mesurée et de la section donne la valeur de l'éclat par centimètre carré.

Pour déterminer la puissance du Feu-éclair de même distance focale éclairé par le même brûleur il suffira de multiplier la section droite du faisceau de la lentille considérée par l'éclat pratique ainsi déterminé.

Les rendements optiques de la partie dioptrique ainsi que de la coupole et de la couronne inférieure catadioptriques

n'étant pas les mêmes, il est possible d'en tenir compte en mesurant séparément la surface des trois parties de l'optique et en appliquant les éclats pratiques correspondants déduits des mesures effectuées sur les appareils de l'ancien système.

Les nombres qui résultent de ces calculs pour chacune des catégories d'appareils indiqués aux tableaux n°s 4 et 5, pages 41 et 42, sont inscrits aux tableaux des puissances lumineuses des Feux-éclairs n°s 9, 10 et 11, pages 62, 63 et 64.

Influence des réflecteurs. — Les Feux-éclairs sont parfois munis de réflecteurs sphériques en verre taillé et argenté, placés dans les angles morts, dont l'effet est de renvoyer sur l'optique les rayons qui seraient sans cela totalement perdus. Les difficultés de construction de ces réflecteurs dont la courbure est très accentuée n'ont été vaincues que tout récemment et on peut maintenant les tailler avec une grande exactitude en leur donnant un poli parfait. Malgré ces progrès, qui ont accru d'une manière notable leur rendement, ces réflecteurs n'augmentent la puissance de l'appareil que dans une faible proportion. Par suite de l'occultation même du bec, tous les rayons réfléchis étant forcés de passer au foyer principal, la plus grande partie de la lumière est interceptée et ne retourne pas à l'optique ; de plus le réflecteur en concentrant les rayons qu'il reçoit sur la flamme joue le rôle de miroir ardent, échauffe les mèches et oblige à les maintenir un peu plus basses ce qui diminue la puissance totale en réduisant l'éclat intrinsèque.

Ces diverses causes ne permettent pas de compter sur un coefficient d'utilisation de plus de 15 °/₀ pour la lumière réfléchie par le réflecteur. On ajoutera donc à la section utile de la lentille 15 °/₀ de la section recouverte par les rayons venant du réflecteur ; c'est le produit de la section ainsi

déterminée par l'éclat pratique qui représentera la puissance du Feu-éclair.

TABLEAUX RÉSUMANT LES CALCULS DE PUISSANCE. — Les tableaux n°s 9, 10, 11 que nous donnons ci-après renferment les valeurs de la puissance de chaque combinaison optique des Feux-éclairs pour chaque ordre.

Dans le tableau n° 9 nous avons rassemblé les nombres concernant les Feux-éclairs à éclats équidistants et les groupes simples. Chaque combinaison optique est celle indiquée sur les tableaux n°s 4 et 5, pages 41 et 42. Ainsi, pour les éclats équidistants, les appareils du 1er et du 2e ordre sont à 2 lentilles et les ordres suivants à 1 lentille. Les groupes simples à 2, 3 ou 4 éclats répondent aux combinaisons précédemment décrites.

Pour chaque combinaison, nous avons indiqué deux valeurs de la puissance. La première, imprimée en chiffres noirs, correspond au bec fort, servant par temps brumeux, la seconde, en chiffres rouges, correspond au bec faible employé par temps clair.

Une deuxième colonne donne les valeurs correspondantes du Feu-éclair coloré en rouge, la présence du verre rouge réduisant l'intensité au 1/4 de celle de la lumière blanche.

Le tableau 10 donne les puissances des Feux-éclairs à groupes complexes pour chacune des combinaisons de ces appareils indiqués sur le tableau n° 5 de la page 42.

Enfin le tableau n° 11 renferme les puissances des Feux-éclairs à éclats blancs et rouges.

TABLEAU N° 9

PUISSANCE DES FEUX-ÉCLAIRS A HUILE MINÉRALE

LONGUEUR FOCALE de L'OPTIQUE	ÉCLATS ÉQUIDISTANTS		GROUPES SIMPLES					
			Groupes de 2 éclats		Groupes de 3 éclats		Groupes de 4 éclats	
	FEU ÉCLAIR BLANC	FEU ÉCLAIR ROUGE	FEU ÉCLAIR BLANC	FEU ÉCLAIR ROUGE	FEU ÉCLAIR BLANC	FEU ÉCLAIR ROUGE	FEU ÉCLAIR BLANC	FEU ÉCLAIR ROUGE
1er ORDRE 0m920	27.340^{b} 23.170^{b}	6.835^{b} 5.792^{b}	29.690^{b} 25.240^{b}	7.422^{b} 6.310^{b}	15.420^{b} 13.065^{b}	3.855^{b} 3.266^{b}	12.955^{b} 10.960^{b}	3.239^{b} 2.740^{b}
2e ORDRE 0m700	5.075^{b} 12.675^{b}	3.769^{b} 3.169^{b}	14.572^{b} 13.351^{b}	3.643^{b} 3.338^{b}	7.807^{b} 7.136^{b}	1.952^{b} 1.784^{b}	7.007^{b} 6.413^{b}	1.752^{b} 1.604^{b}
3e ORDRE 0m500	12.592^{b} 10.650^{b}	3.148^{b} 2.662^{b}	6.945^{b} 6.148^{b}	1.736^{b} 1.537^{b}	3.616^{b} 3.167^{b}	904^{b} 792^{b}	3.108^{b} 2.743^{b}	777^{b} 686^{b}
3e ORDRE Petit modèle 0m375	5.717^{b} 4.577^{b}	1.429^{b} 1.144^{b}	3.444^{b} 3.126^{b}	861^{b} 781^{b}	1.910^{b} 1.706^{b}	477^{b} 426^{b}	1.689^{b} 1.501^{b}	422^{b} 375^{b}
4e ORDRE 0m250	3.036^{b} 2.649^{b}	759^{b} 662^{b}	1.846^{b} 1.471^{b}	461^{b} 368^{b}	903^{b} 722^{b}	226^{b} 180^{b}	778^{b} 623^{b}	194^{b} 156^{b}
5e ORDRE 0m1875	1.213^{b}	304^{b}	783^{b}	196^{b}	437^{b}	109^{b}	307^{b}	77^{b}
6e ORDRE 0m150	573^{b}	143^{b}	309^{b}	77^{b}	199^{b}	50^{b}	150^{b}	37^{b}

TABLEAU N° 10

PUISSANCE DES FEUX-ÉCLAIRS A HUILE MINÉRALE

LONGUEUR FOCALE de L'OPTIQUE	GROUPES COMPLEXES DOUBLES								
	3 lentilles		4 lentilles			5 lentilles		6 lentilles	
	FEU ÉCLAIR BLANC	FEU ÉCLAIR ROUGE		FEU ÉCLAIR BLANC	FEU ÉCLAIR ROUGE	FEU ÉCLAIR BLANC	FEU ÉCLAIR ROUGE	FEU ÉCLAIR BLANC	FEU ÉCLAIR ROUGE
4e ORDRE 0^{m}250	1.093^b	273^b	Lentille de 67° 1/2	810^b	202^b	496^b	124^b	440^b	110^b
			Lentille de 67° 1/2	648^b	162^b				
	875^b	219^b	Lentille de 45°	566^b	141^b	397^b	99^b	352^b	88^b
			Lentille de 45°	452^b	113^b				
5e ORDRE 0^{m}1875	539^b	145^b	67° 1/2	392^b	98^b	206^b	51^b	187^b	47^b
			45°	232^b	58^b				
6^e ORDRE 0^{m}150	246^b	61^b	67° 1/2	178^b	44^b	99^b	25^b	88^b	22^b
			45°	111^b	28^b				
	GROUPES COMPLEXES TRIPLES								
4e ORDRE 0^{m}250	»	»		496^b	124^b	440^b	110^b	359^b	89^b
	»	»		397^b	99^b	352^b	88^b	287^b	72^b
5e ORDRE 0^{m}1875	»	»		206^b	51^b	187^b	47^b	156^b	39^b
6e ORDRE 0^{m}150	»	»		99^b	25^b	88^b	22^b	74^b	18^b

TABLEAU N° 11

PUISSANCE DES FEUX-ÉCLAIRS A HUILE MINÉRALE

LONGUEUR FOCALE de L'OPTIQUE	FEUX A ÉCLATS BLANCS ET ROUGES		
	1 éclat blanc et 1 éclat rouge	2 éclats blancs et 1 éclat rouge	3 éclats blancs et 1 éclat rouge
1er ORDRE 0m920	7.700 becs 6.524 becs	7.307 becs 6.192 becs	6.835 becs 5.792 becs
2e ORDRE 0m700	4.176 becs 3.540 becs	3.991 becs 3.372 becs	3.460 becs 3.169 becs
3e ORDRE 0m500	3.000 becs 2.526 becs	2.893 becs 2.450 becs	2.789 becs 2.358 becs
3e ORDRE petit modèle 0m375	1.218 becs 1.104 becs	1.170 becs 1.064 becs	1.114 becs 1.014 becs
4e ORDRE 0m250	637 becs 508 becs	615 becs 490 becs	589 becs 470 becs
5e ORDRE 0m 1875	290 becs	280 becs	270 becs
6e ORDRE 0m 150	137 becs	132 becs	127 becs

COMPARAISON DE L'ANCIEN ET DU NOUVEAU SYSTÈME D'ÉCLAIRAGE. — Pour résumer d'une manière frappante le progrès considérable réalisé par l'invention des Feux-éclairs, nous avons résumé, sur le tableau n° 12, les valeurs des puissances des Feux à éclats équidistants avec l'ancien et le nouveau système.

Les appareils sont éclairés par les mêmes brûleurs et, par suite, la consommation d'huile est la même dans les deux cas, tandis que l'augmentation de la puissance varie du triple au quadruple. Comme frais de premier établissement, ils sont peu différents à partir du 3e ordre et au-dessous. Pour le 1er et le 2e ordre, les lanternes des Feux-éclairs sont plus grandes que celles de l'ancien système et nécessitent une tour de diamètre plus considérable ; mais l'augmentation est beaucoup moindre que s'il s'agissait d'appareils hors série, à grande distance focale, mésoradiants ou hyperradiants, à 6 lentilles, comme ceux qui ont été adoptés ces dernières années dans certains pays et dont la puissance est encore moindre.

TABLEAU N° 12

COMPARAISON
DE L'ANCIEN ET DU NOUVEAU SYSTÈME DES PHARES
A ÉGALITÉ DE CONSOMMATION

ÉCLATS ÉQUIDISTANTS			
LONGUEUR FOCALE de L'OPTIQUE	NOMBRE de MÈCHES	PUISSANCE DU FEU	
		ANCIEN SYSTÈME	FEUX-ÉCLAIRS
1er ORDRE 0m 920	6 mèches	9.847 becs	27.340 becs
2e ORDRE 0m 700	6 mèches	5.400 becs	15.075 becs
3e ORDRE 0m 500	6 mèches	3.674 becs	12.592 becs
3e ORDRE petit modèle 0m 375	5 mèches	1.841 becs	5.717 becs
4e ORDRE 0m 250	4 mèches	663 becs	3.036 becs
5e ORDRE 0m 1875	2 mèches	252 becs	1.213 becs
6e ORDRE 0m 150	2 mèches	151 becs	573 becs

NOTA. — Les lentilles des appareils à éclats équidistants de l'ancien système ont une amplitude de 45° pour les deux premiers ordres et de 60° pour les ordres suivants.

II. — PORTÉES DES FEUX-ÉCLAIRS

TABLEAUX RÉSUMANT LES PORTÉES

La puissance des Feux-éclairs étant déterminée, il est facile d'en déduire leurs portées au moyen des tables dressées par le Service des Phares de France et que l'on trouve dans l'ouvrage de M. Allard.

Nous avons résumé les valeurs correspondantes des portées dans les deux tableaux n°s 13 et 14, dont l'emploi permettra de déterminer immédiatement l'appareil répondant aux conditions que l'on veut remplir.

La colonne des portées, placée à gauche, est double. Nous y avons indiqué :

1° les portées, en milles marins, par temps moyen de l'Océan (*chiffres noirs*) correspondant à un état atmosphérique de 7 kilomètres de portée pour la lumière unité ;

2° les portées en milles marins, par temps clair (*chiffres rouges*) correspondant à un état atmosphérique de 8 kilom. 6 de portée pour la lumière unité.

Les diverses combinaisons des Feux-éclairs sont indiquées en tête des tableaux. Pour chaque combinaison et pour chaque ordre, il existe une portée limite sur la ligne de laquelle on a inscrit la désignation de l'ordre.

Ainsi, par exemple, si l'on demande un Feu-éclair blanc à éclats équidistants portant à 25 milles par temps moyen, le tableau n° 13 indique qu'il faut recourir à un appareil de 4e ordre ; pour une portée de 28 milles par temps moyen il faut un 3e ordre petit modèle ; au-dessus et jusqu'à 31 milles c'est un 3e ordre qu'il faut prendre.

Si l'on veut porter à 32 milles, par temps moyen, avec un Feu-éclair à groupes simples de 3 éclats, il faut recourir au 1er ordre.

Si l'on demande, au contraire, un Feu-éclair rouge à groupes de 4 éclats, portant à 20 milles, c'est un 3e ordre qui est nécessaire puisque le 3e ordre petit modèle ne porte qu'à 19 milles.

Sans insister davantage, un simple examen montrera tout le parti que l'on peut tirer de nos tableaux de portées qui permettent de choisir immédiatement l'ordre de l'appareil dès que l'on sera fixé sur l'apparence du phare.

Le tableau n° 14 donne les portées des Feux-éclairs à groupes complexes ; la lecture se fait de la même manière.

TABLEAU N° 13

PORTÉE DES FEUX-ÉCLAIRS A HUILE MINÉRALE

PORTÉES en MILLES MARINS		ÉCLATS ÉQUIDISTANTS		GROUPES SIMPLES						ÉCLATS BLANCS et ROUGES
				2 éclats		3 éclats		4 éclats		
TEMPS MOYEN	TEMPS CLAIR	FEU BLANC	FEU ROUGE	FEU BLANC	FEU ROUGE	FEU BLANC	FEU ROUGE	FEU BLANC	FEU ROUGE	
35	76	»	»	1er ordre	»	»	»	»	»	»
34	75	1er ordre	»	»	»	»	»	»	»	»
32	70	2e ordre	»	2e ordre	»	1er ordre	»	»	»	»
31	67	3e ordre	»	»	»	»	»	1er ordre	»	»
29	62	»	1er ordre	3e ordre	1er ordre	»	»	2e ordre	»	1er ordre
28	60	3e ordre petit modèle	»	»	»	2e ordre	»	»	»	»
27	56	»	2e ordre	»	2e ordre	»	1er ordre	»	»	2e ordre
26	54	»	3e ordre	3e ordre petit modèle	»	3e ordre	»	3e ordre	1er ordre	»
25	51	4e ordre	»	»	»	»	»	»	»	3e ordre
24	49	»	»	4e ordre	3e ordre	3e ordre petit modèle	2e ordre	3e ordre petit modèle	2e ordre	»
23	46	»	3e ordre petit modèle	»	»	»	»	»	»	»
22	44	5e ordre	»	»	»	»	»	»	»	3e ordre petit modèle
21	41	»	»	5e ordre	3e ordre petit modèle	4e ordre	3e ordre	4e ordre	3e ordre	»
20	39	»	4e ordre	»	»	»	»	»	»	4e ordre
19	37	6e ordre	»	»	4e ordre	5e ordre	3e ordre petit modèle	»	3e ordre petit modèle	»
18	35	»	»	»	»	»	»	»	»	»
17	32	»	5e ordre	6e ordre	»	»	»	5e ordre	»	5e ordre
16	29	»	»	»	5e ordre	6e ordre	4e ordre	»	4e ordre	»
15	27	»	6e ordre	»	»	»	»	6e ordre	»	6e ordre
14	25	»	»	»	»	»	5e ordre	»	»	»
13	22	»	»	»	6e ordre	»	»	»	5e ordre	»
12	20	»	»	»	»	»	6e ordre	»	»	»
11	18	»	»	»	»	»	»	»	6e ordre	»

TABLEAU N° 14

PORTÉE DES FEUX-ÉCLAIRS A HUILE MINÉRALE

PORTÉES EN MILLES MARINS		GROUPES COMPLEXES DOUBLES								GROUPES COMPLEXES TRIPLES					
		3 lentilles		4 lentilles		5 lentilles		6 lentilles		4 lentilles		5 lentilles		6 lentilles	
TEMPS															
MOYEN	CLAIR	FEU BLANC	FEU ROUGE	FEU BLANC	FEU ROUGE	FEU BLANC	FEU ROUGE	FEU BLANC	FEU ROUGE	FEU BLANC	FEU ROUGE	FEU BLANC	FEU ROUGE	FEU BLANC	FEU ROUGE
22	43	4e ordre	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
21	41	»	»	4e o. 67° 1/2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
20	39	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
19	37	5e ordre	»	4e o. 45°	»	4e ordre	»	»	»	4e ordre	»	»	»	»	»
18	35	»	»	5e o. 67° 1/2	»	»	»	4e ordre	»	»	»	4e ordre	»	4e ordre	»
17	31	6e ordre	4e ordre	5e o. 45°	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
16	29	»	»	6e o. 67° 1/2	4e o. 67° 1/2	5e ordre	»	5e ordre	»	5e ordre	»	5e ordre	»	»	»
15	27	»	5e ordre	»	4e o. 45°	»	4e ordre	»	»	»	4e ordre	»	»	5e ordre	»
14	25	»	»	6e o. 45°	5e o. 67° 1/2	6e ordre	»	»	»	6e ordre	»	»	4e ordre	»	4e ordre
13	23	»	»	»	»	»	»	6e ordre	4e ordre	»	»	6e ordre	»	6e ordre	»
12	20	»	6e ordre	»	5e o. 45°	»	5e ordre	»	5e ordre	»	5e ordre	»	5e ordre	»	»
11	18	»	»	»	6e o. 67° 1/2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	5e ordre
10	16	»	»	»	6e o. 45°	»	6e ordre	»	6e ordre	»	6e ordre	»	6e ordre	»	»
9	14	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	6e ordre

III. — PUISSANCE ET PORTÉE DES FEUX-ÉCLAIRS ÉLECTRIQUES

L'accroissement de puissance des Feux-éclairs électriques comparés aux Feux électriques de l'ancien système est encore plus considérable que celui des Feux-éclairs à huile.

Dans les Feux électriques construits jusqu'à ce jour, on avait toujours été préoccupé d'assurer à l'éclat une durée minima de une seconde. Il en résultait l'obligation de subdiviser l'appareil en un grand nombre d'éclats produits à l'aide de lentilles verticales, au nombre de 24, tournant devant un feu fixe. De plus, on croyait nécessaire d'augmenter artificiellement la divergence que l'on supposait trop faible.

L'enquête faite par la Commission nautique en 1886, et les expériences qui en ont été la conséquence ont montré que ces craintes étaient sans fondement. La divergence naturelle verticale du faisceau est suffisante pour atteindre les points situés à moins de deux milles sur la surface de la mer. En se rapprochant du phare, le navigateur ne reçoit plus les rayons directs, mais il continue à percevoir les faisceaux par l'illumination des particules de l'air, et il peut se guider d'une manière aussi commode.

Quant à la divergence horizontale naturelle, elle est suffisante avec le courant de 100 ampères pour donner à l'éclat la durée de 1 dixième de seconde; pour les intensités plus faibles,

de 50 à 25 ampères, par suite de la réduction du cratère, elle reste inférieure à ce chiffre ; mais comme on n'emploie ces faibles intensités que lorsque les conditions atmosphériques sont favorables, on est toujours certain d'atteindre et de dépasser la portée géographique.

Au reste, les Feux-éclairs sont fréquemment aperçus au-delà de leur portée géographique : le feu direct disparaît, mais l'observateur continue à voir les faisceaux tournant au-dessus de lui, et dont l'intersection indique le gisement du phare avec toute la netteté désirable ; c'est là une supériorité décisive des Feux-éclairs électriques sur les feux de l'ancien système.

Mesure de la puissance lumineuse. — La mesure de la puissance lumineuse des Feux-éclairs électriques a été faite directement par l'Administration française des phares au moyen du photomètre, les observateurs placés dans le faisceau à 600 mètres de l'appareil. On a eu soin de n'opérer que par des nuits pures de façon à réduire au minimum l'erreur provenant du défaut de transparence de l'atmosphère.

On a obtenu ainsi pour l'appareil du phare de La Hève à 4 lentilles (1 tour en 20 secondes) les chiffres résumés dans le tableau suivant où nous avons inscrit les portées correspondantes :

TABLEAU N° 15

AMPÈRES	VOLTS	WATTS	PUISSANCE en BECS CARCEL	PORTÉE EN MILLES MARINS	
				TEMPS MOYEN	TEMPS CLAIR
25	45	1.125	1.200.000	50	121
50	45	2.250	1.800.000	52	126
100	45	4.500	2.300.000	53	129

L'appareil à groupes de 2 éclats bien que tournant plus vite (1 tour en 10 secondes) donne sensiblement la même puissance et la même portée ; il fonctionne avec la même dépense de courant électrique que l'appareil à 4 panneaux.

On n'a pas jusqu'ici cherché à augmenter le nombre des apparences que l'on peut obtenir avec les Feux-éclairs électriques. Il est toutefois possible de les varier comme celles des Feux-éclairs à l'huile ; mais comme ils ne sont destinés, en pratique, qu'aux phares de grand atterrage, ces deux apparences, que l'on peut du reste colorer en rouge, sont suffisantes pour une large étendue de côtes.

CHAPITRE TROISIÈME

DESCRIPTION DES FEUX-ÉCLAIRS

I. — FEUX-ÉCLAIRS A L'HUILE MINÉRALE

Le système des Feux-éclairs, basé sur un principe simple dont les conséquences logiques s'enchaînent d'une manière rigoureuse, conduit à une construction homogène des appareils de phares, les divers éléments qui les composent ne différant que par leurs dimensions lorsqu'on fait varier la longueur focale.

La description, pour chaque apparence, d'un appareil-type, fera donc connaître également tous les autres.

Pour réaliser pratiquement le système des Feux-éclairs, il était indispensable de créer un dispositif nouveau assurant la rotation de l'appareil optique avec une vitesse angulaire 30 et même 40 fois plus considérable [1] que celle de l'ancien système.

---

(1) L'ancien appareil de 1er ordre à éclats faisait 1 tour en 8 minutes, le Feu-éclair à 2 lentilles fait 1 tour en 10 secondes, soit une vitesse 48 fois plus grande.

Pour vaincre cette difficulté, M. l'Inspecteur général Bourdelles a placé toute la partie tournante, non plus sur un chariot de galets en bronze, roulant sur un socle en acier, mais sur un flotteur tournant dans une cuve remplie de mercure. Le frottement de roulement ainsi remplacé par le frottement d'un liquide, les efforts à vaincre sont devenus insignifiants, et, malgré l'augmentation de la vitesse, on a pu continuer à employer les machines de rotation à poids, dont les avantages, pour le service des phares, sont universellement reconnus.

L'expérience a montré que l'armature des nouveaux appareils n'est pas plus volumineuse ni plus haute que celle de l'ancien système et que le service quotidien peut se faire avec la même facilité. La réparation des avaries, notamment, et les nettoyages n'offrent aucune difficulté.

APPAREIL OPTIQUE

La grande dimension des lentilles employées dans les Feux-éclairs, donne à l'optique des formes auxquelles on n'est pas habitué par la construction ordinaire des phares ; mais les profils des divers anneaux, que la pratique a conservés, n'ont pas été modifiés.

Nous avons réuni, sur les planches III à XIII qui accompagnent le présent ouvrage, les principales apparences des Feux-éclairs. Le changement de l'ordre n'amenant qu'un changement dans les dimensions, nous n'avons représenté qu'une ou deux fois au plus chaque apparence, la forme de l'appareil restant la même pour les divers ordres.

ÉCLATS ÉQUIDISTANTS. — Les Feux-éclairs à éclats équidistants sont figurés sur les planches III, IV, V, VII pour les deux premiers ordres, et VIII pour le 3e ordre.

Pour le 1er et le 2e ordre, l'appareil de série comprend 2 lentilles de 180° et fait un tour en 10 secondes. Nous avons représenté toutefois, sur la planche IV, le 1er ordre à 4 lentilles qui, bien que moins puissant, pourra être employé dans certains cas, sa lanterne conservant les dimensions de série, plus économiques, de l'ancien système, soit 3m50 de diamètre.

Dans le 1er et 2e ordre, aucune partie de l'optique n'est mobile et le service se fait par l'intérieur. A l'aide d'un plancher intermédiaire, placé à mi-hauteur et de niveau avec l'embase tournante, le gardien pénètre dans l'appareil ; un marche-pied lui permet d'atteindre les anneaux supérieurs pour faire le nettoyage. Les cadres en bronze qui renferment les prismes sont disposés comme dans l'ancien système ; ils sont réunis par des cercles entretoises et des montants verticaux s'appuyant sur le plateau tournant. La lentille complète est sectionnée en plusieurs panneaux, dont le poids est calculé pour permettre un transport facile et un montage commode.

Le Feu-éclair à éclats équidistants, à une lentille, est représenté sur la planche VIII pour le 3e ordre. Le service de la lampe et de l'appareil s'opère du plancher intermédiaire, en ouvrant le réflecteur de 180° mobile sur charnière.

Pour les ordres inférieurs, la disposition générale reste la même, toutefois le plancher intermédiaire est supprimé, le gardien se tenant sur le plancher même de la lanterne.

ÉCLATS GROUPÉS. — *Groupes simples.* — L'optique du Feu-éclair, à groupe de deux éclats, représenté sur la planche X

pour le 3e ordre petit modèle, est constitué par 2 lentilles embrassant 135° chacune, et fixées par un montant commun. Le service se fait par l'ouverture du réflecteur, lequel est en deux parties mobiles sur charnières. Cette combinaison d'optique est l'une des plus commodes pour le nettoyage et l'entretien de la lampe, l'accès y est facile, mais la dimension, pour les 3 premiers ordres, oblige à l'emploi d'une lanterne plus grande que celle de série.

Les Feux-éclairs à groupes de 3 éclats, — pl. IX, 3e ordre, — et à groupes de 4 éclats, — pl. VI, 2e ordre, — pl. XI, 4e ordre, — présentent les mêmes dispositions générales. Le service se fait aussi par l'angle mort en ouvrant le réflecteur. La lanterne conserve les dimensions de série.

Groupes complexes. — Nous n'avons représenté que deux combinaisons pour les groupes complexes.

Un appareil de 5e ordre à 4 lentilles, à groupes d'éclats doubles, est représenté sur la planche XII. Conformément au système adopté, que nous avons décrit dans le chapitre premier, l'apparence correspond au nombre 22 qui serait ainsi celui du phare.

La même planche représente un Feu-éclair de 6e ordre, à groupes d'éclats triples avec 6 lentilles correspondant à la combinaison 114 ou 411 suivant le sens de la rotation.

Feux-éclairs blancs et rouges. — Les 3 combinaisons de Feux-éclairs blancs et rouges sont figurées sur les planches XI, XII et XIII pour le 4e, le 5e et le 6e ordre. L'optique comprend toujours un éclat rouge constitué par une lentille de 180°, et une, deux ou trois lentilles blanches, les angles morts étant occupés par des réflecteurs mobiles sur charnières

qui renforcent l'éclat rouge. Le service se fait par les angles morts, ou, dans le cas de trois éclats blancs, par l'une des lentilles blanches montée sur charnière.

Pour les trois premiers ordres, la dimension de l'éclat rouge oblige à employer une lanterne hors série.

ARMATURE A FLOTTEUR

L'armature, avec flotteur à mercure, donne à la construction des Feux-éclairs l'aspect caractéristique qui les distingue, au premier coup d'œil, des appareils de l'ancien système.

Le principe de la rotation sur un bain liquide peut être appliqué de deux manières différentes. On peut, en effet, placer la cuve à mercure, soit dans la chambre de service en portant l'appareil sur un arbre qui traverse le plancher de la lanterne pour aboutir au flotteur, soit immédiatement au-dessous de l'appareil optique.

Le pivot de centrage de la partie flottante peut, aussi, être disposé immédiatement au-dessous de l'appareil ou placé à l'intérieur de l'optique.

Ces différentes dispositions, que nous avons successivement étudiées et appliquées, nous ont conduits au système actuel que nous avons adopté pour les Feux-éclairs, quels que soient l'ordre et l'apparence.

La partie flottante, composée de l'optique, de l'embase tournante et du flotteur qui la supporte, s'appuie, à l'aide d'une crapaudine, sur un pivot fixe placé à l'intérieur de l'appareil, à peu de distance au-dessus du centre de gravité de la masse mobile. L'embase tournante se prolonge par un arbre

creux maintenu latéralement, à sa partie inférieure, par une série de galets disposés en couronne. La stabilité est complètement assurée, le centre de gravité se trouvant au-dessous du point de suspension de la partie flottante ; tout écart de l'appareil est d'ailleurs immédiatement corrigé par la pression des galets sur le chemin de roulement de l'arbre creux.

On règle la poussée du mercure de manière à ce que la masse mobile n'exerce qu'une pression insignifiante sur le pivot et n'absorbe qu'un travail de frottement aussi faible qu'on le désire. Quant aux galets de centrage, l'expérience montre que leur action est annulée en marche normale, lorsque l'appareil est équilibré, et qu'elle ne se fait sentir que s'il se produit des secousses ou des trépidations tendant à le faire incliner.

Le travail absorbé par ces galets est toujours insignifiant, la pression qu'ils exercent, sur un bras de levier considérable, étant, elle-même, toujours très faible.

La cuve annulaire à mercure est portée par une colonne filetée sur laquelle elle peut se mouvoir à l'aide d'un taraudage intérieur.

La visite et l'entretien des principaux organes sont donc très faciles. Pour visiter le flotteur et la cuve, on descend celle-ci en la faisant tourner sur la colonne filetée. L'appareil suit le mouvement jusqu'au moment où il se trouve complétement appuyé sur son pivot.

Pour visiter le pivot, on enlève le bec qui le surmonte, on appuie l'appareil sur la cuve au moyen des vérins qui y sont fixés, puis on démonte le coussinet et la crapaudine.

Toutes ces manœuvres demandent peu de temps et la réparation des avaries qui pourraient survenir est ainsi assurée sans qu'il soit nécessaire d'arrêter le phare. D'ailleurs, un accident

à la cuve à mercure n'empêcherait pas de faire tourner l'appareil sur son pivot qui est calculé en conséquence.

Notre dispositif d'armature à flotteur des Feux-éclairs offre donc toute sécurité pour le service, il présente les mêmes facilités, pour le démontage des principaux organes et la réparation des avaries, que l'ancienne armature sur chariot à galets, universellement adoptée jusqu'ici.

On opère le remplissage de la cuve à mercure après avoir descendu celle-ci le long de sa colonne; la vidange se fait à l'aide d'un robinet en fer placé à la partie inférieure de la cuve. Le flotteur et la cuve sont en fonte inattaquable au mercure.

Pour empêcher l'évaporation on recouvre le bain de mercure d'une couche de pétrole ordinaire.

LAMPES

Les lampes employées dans les Feux-éclairs sont toutes du même modèle ; ce sont des lampes à niveau constant supportées par les cadres de l'optique et tournant avec l'appareil.

Pour fixer les réservoirs à la lanterne, comme dans l'ancien système, il serait nécessaire d'établir un joint annulaire étanche, le pétrole ne pouvant circuler dans l'axe de l'appareil, qui est occupé par le pivot.

Pour éviter des complications de construction et faciliter le service, nous avons préféré faire porter les lampes par l'appareil lui-même.

Au sortir du réservoir, l'huile minérale se rend dans un vase à niveau constant et de là, par une tuyauterie, directement au bec. Le produit de la vidange du niveau constant et du

bec vient se rassembler dans un vase annulaire, placé sur la table de service.

Les lampes sont toujours au nombre de deux, avec double réservoir, double niveau et double tuyauterie, l'un des ensembles servant de rechange à l'autre en cas d'avarie. Les réservoirs sont calculés pour une durée d'éclairage de trente heures environ.

Les becs, sauf pour les appareils de 5e ordre et de 6e ordre, sont tous à joint de mercure. On peut ainsi changer rapidement le bec en service et mettre le bec fort au lieu du bec faible, si les circonstances atmosphériques l'exigent, en évitant toute perte d'huile. Seuls, les appareils de 5e et de 6e ordre ne comportent qu'un bec à deux mèches.

Le fumivore en tôle est muni d'un registre commandé par deux tringles avec renvoi de mouvement à engrenage. Il en résulte une grande facilité pour le service.

MACHINE DE ROTATION

Les machines de rotation sont plus puissantes que celles employées dans l'ancien système. Bien que le travail absorbé reste comparable à ce que réclamaient les chariots de galets, la force vive accumulée est plus considérable avec les Feux-éclairs, par suite de l'augmentation de vitesse angulaire ; il a donc fallu renforcer les organes dans une certaine mesure.

Toutes les machines sont munies d'un régulateur à friction, à la fois précis et puissant, et d'un avertisseur électrique de ralentissement et d'arrêt, qui vient fermer le circuit d'une sonnerie lorsque la vitesse tombe au-dessous d'une limite

donnée. Enfin, elles sont toutes pourvues d'un arbre supplémentaire, qui maintient le mouvement pendant le remontage du poids moteur.

L'arbre vertical de commande de la machine porte un pignon, engrènant directement avec la couronne dentée de l'embase tournante.

Les poids moteurs ne sont pas plus lourds pour les grands ordres que ceux employés jusqu'ici ; pour les petits ordres même, ils sont plus réduits.

LANTERNE

Les lanternes des Feux-éclairs sont de dimensions plus variées que celles de l'ancien système.

Pour les grands ordres, il est nécessaire de recourir à des diamètres différents suivant l'apparence du Feu. Le grand diamètre correspond aux appareils à une seule lentille ou à 2 lentilles ; l'autre diamètre, de série, suffit pour les diverses apparences.

Le tableau n° 16 donne sur ce point des renseignements détaillés.

Les lanternes représentées aux planches VII, XI, XII et XIII sont polygonales comme celles de l'ancien système ; cependant l'expérience a montré qu'il est préférable d'adopter, pour les Feux-éclairs, des lanternes cylindriques comme celles indiquées sur les autres planches, de manière que la réflexion des faisceaux, par les glaces de la lanterne, ne produise pas d'éclats parasites assez puissants pour donner lieu à des erreurs, aux distances moyennes.

TABLEAU N° 16

LONGUEUR FOCALE de L'OPTIQUE	LANTERNES DES FEUX-ÉCLAIRS A HUILE MINÉRALE			
	DIAMÈTRE 4 MÈTRES	DIAMÈTRE 3^m50	DIAMÈTRE 3 MÈTRES	DIAMÈTRE 2^m50
	(APPARENCES)	(APPARENCES)	(APPARENCES)	(APPARENCES)
1er ORDRE 0^m920	Éclats équidistants. – 2 lentilles Deux éclats groupés. Éclats blancs et rouges.	Éclats équidistants. – 4 lentilles Trois éclats groupés. Quatre éclats groupés.		
2e ORDRE 0^m700		Éclats équidistants. – 2 lentilles Deux éclats groupés. Éclats blancs et rouges.	Éclats équidistants. – 4 lentilles Trois éclats groupés. Quatre éclats groupés.	
3e ORDRE 0^m500			Éclats équidistants. – 1 lentille Deux éclats groupés. Éclats blancs et rouges.	Trois éclats groupés. Quatre éclats groupés.
3e ORDRE petit modèle 0^m375	Le diamètre convenable pour toutes les apparences est de 2 MÈTRES ET DEMI.			
4e ORDRE 0^m250	Le diamètre convenable pour toutes les apparences est de 1^m800.			
5e ORDRE 0^m1875	Le diamètre convenable pour toutes les apparences est de 1^m600.			
6e ORDRE 0^m150	Le diamètre convenable pour toutes les apparences est de 1^m600.			

II. — FEUX-ÉCLAIRS ÉLECTRIQUES

Les Feux-éclairs électriques ont été construits, jusqu'ici, pour deux apparences différentes et pour une longueur focale de $0^{m}300$.

Les principes généraux de construction et les formes restent les mêmes que pour les phares à huile, mais la taille de l'optique exige une plus grande perfection, si l'on ne veut pas perdre une partie de la puissance par la dispersion anormale des divers éléments.

Comme pour les phares à huile, l'emploi d'une armature à flotteur donne la possibilité d'atteindre la vitesse exigée par le système.

Nous décrirons séparément les diverses parties du Feu-éclair et nous donnerons ensuite la composition de la machinerie produisant le courant électrique.

APPAREIL OPTIQUE

Éclats équidistants. — Le choix s'est porté, jusqu'ici, pour les éclats équidistants, sur l'appareil à 4 lentilles.

Les dimensions des lentilles de 90° rendent plus facile l'ajustage des éléments catadioptriques; le faisceau est plus homogène

et mieux concentré qu'avec des lentilles de surface plus considérable. C'est ainsi qu'ont été construits les Feux-éclairs de La Hève, de l'Ile d'Yeu et d'Eckmühl. Ce dernier phare possède deux optiques conjuguées. En Allemagne, on vient également d'adopter la même disposition.

Cet appareil est divisé en deux parties tournant autour d'un axe formant charnière et comprenant chacune deux lentilles, les planches XIV et XVI indiquent son mode de construction.

L'ouverture se fait suivant la diagonale du carré ; un mécanisme de leviers et de bielles rend solidaires les deux moitiés de l'optique, qui ne peuvent alors s'ouvrir que de la même quantité à la fois et qui sont portées par des galets roulant sur un chemin circulaire en acier. Un double verrou avec poignées assure la fermeture de l'appareil.

Le service se fait de l'escalier de la lanterne ou du plancher intermédiaire.

Éclats groupés. — Les planches XV et XVI représentent l'appareil à groupes de deux éclats. Cette apparence a été adoptée en France pour les Feux-éclairs de La Coubre et de La Canche.

Bien que l'on n'ait construit jusqu'ici que l'appareil à groupes de 2 éclats, rien ne s'oppose à l'établissement de Feux-éclairs électriques à groupes de 3 et de 4 éclats.

La composition de l'optique reste la même que celle des phares à huile ; toutefois le réflecteur en deux parties, placé dans l'angle mort, est suspendu de manière à pouvoir être centré exactement sur le foyer lumineux, pour mieux utiliser la lumière qu'il réfléchit. Le service se fait de la même manière que pour l'appareil à éclats équidistants.

ARMATURE A FLOTTEUR

Les dispositions générales restent les mêmes que pour les phares à huile; seul, le pivot qui supporte l'embase tournante est placé plus bas, pour permettre le service de la lampe électrique. Le démontage et la visite du pivot ainsi que de la crapaudine se font, comme pour les feux à huile, en laissant reposer l'optique sur la cuve à mercure. La visite du flotteur et de la cuve s'effectuent de la même manière.

LAMPES

Les lampes électriques employées dans les Feux-éclairs sont du système Serrin modifié par M. le Conducteur des Ponts-et-Chaussées Ciolina, attaché à l'Administration française des Phares; elles portent les charbons verticalement et sont alimentées par du courant alternatif.

La table de service est munie de deux rails sur lesquels on fait glisser la lampe pour l'introduire dans l'appareil optique; l'embase tournante porte également deux rails que l'on amène en coïncidence avec les premiers ; ils sont maintenus dans cette direction par un verrou d'arrêt.

Pour le service, on retire la lampe de l'appareil puis on pousse la lampe de rechange, qui passe ainsi de la table de service à l'intérieur de l'appareil, où elle vient butter contre un arrêt indiquant qu'elle se trouve exactement au foyer.

Une lunette avec prisme à réflexion totale donne l'image de l'arc électrique sur un écran marqué d'un repère ; le gardien

peut donc, à tout instant, ramener le foyer lumineux à la position qu'il doit occuper.

MACHINE DE ROTATION

Les machines de rotation des Feux-éclairs électriques ne diffèrent aucunement de celles des Feux à huile. Le lecteur peut donc se reporter à la description que nous avons faite de ces dernières, page 82.

LANTERNE

Les lanternes des Feux-éclairs électriques sont toujours cylindriques. La puissance considérable des Feux électriques donnerait lieu, avec des lanternes polygonales, à des éclats parasites, par réflexion sur les glaces planes, qui pourraient troubler l'apparence du feu jusqu'à une distance considérable.

Les lanternes des Feux électriques sont construites sur murette métallique ; elles sont munies d'un plancher de service intermédiaire avec escalier en fer. Leur diamètre, à l'intérieur des montants, est de 3 mètres

MACHINERIE

MACHINES ÉLECTRIQUES. — Les machines électriques employées dans les Feux-éclairs sont des alternateurs produisant un courant maximum de 50 ampères et 50 volts aux bornes,

disposés de manière à pouvoir être couplés par deux en quantité, à l'aide d'un accouplement rigide muni d'un embrayage; l'ensemble peut ainsi débiter l'intensité maxima de 100 ampères, nécessaire par temps de brume.

Le courant se rend à un tableau de distribution muni d'ampèremètre, voltmètre et commutateurs et, de là, dans la ligne jusqu'à la lampe.

La construction des alternateurs est prévue de manière à éviter toute manœuvre de rhéostat ou de bobine de self-induction.

Pour obtenir 25, 50 ou 100 ampères, les gardiens n'ont qu'à tourner des commutateurs et accoupler les machines au moyen de l'embrayage.

MOTEURS A PÉTROLE. — Nous préconisons d'une manière spéciale les moteurs à pétrole ordinaire qui sont entrés maintenant dans la pratique courante pour un grand nombre d'applications. Nulle part, mieux que dans les phares, leurs qualités particulières ne trouvent un emploi plus rationnel. Le combustible qu'ils brûlent est le même que celui dont le maniement est familier aux gardiens; son approvisionnement et sa manutention sont faciles.

Il suffit d'installer les réservoirs à un niveau supérieur à celui des moteurs avec une tuyauterie munie de robinets pour régler exactement la consommation.

Le refroidissement des cylindres, dans le système que nous construisons — BREVETÉ S. G. D. G. — s'obtient au moyen d'une circulation d'eau contenue dans un réservoir fermé et dont le mouvement est assuré par une petite pompe reliée au moteur. On ne consomme donc pas d'eau et c'est là un avantage considérable, sur les moteurs à vapeur et sur les

moteurs à air chaud, pour une installation de phare, où il est souvent difficile de se procurer de l'eau douce.

La commande des alternateurs se fait par courroie, chaque moteur commandant une machine électrique. La puissance des moteurs est de 5 chevaux.

L'allumage est obtenu au moyen d'une lampe à jet et la mise en marche n'exige qu'une dizaine de minutes. Quant à la consommation de pétrole ordinaire, elle ne dépasse pas 450 à 500 grammes par cheval effectif et par heure, lorsque le moteur travaille en pleine charge.

En résumé, la machinerie d'un Feu-éclair électrique comprend: deux alternateurs réunis par un accouplement rigide et muni d'un embrayage, actionnés, à l'aide d'une courroie, par deux moteurs à pétrole ; le tableau de distribution du courant ; les réservoirs à pétrole avec leur tuyauterie ; les réservoirs d'eau avec leur tuyauterie et la pompe de circulation.

Le service des moteurs à pétrole est fort simple : il consiste à remplir tous les jours la boîte de graissage automatique, allumer la lampe et chauffer le vaporisateur pour la mise en marche ; à l'arrêt, il suffit d'éteindre la lampe.

L'entretien réclame le nettoyage :

1° du tube carburateur après 40 heures de service;

2° de la soupape d'échappement après 100 heures;

3° du piston après 500 heures.

Ces opérations se font avec la plus grande facilité et ne nécessitent aucun outillage spécial.

III. — FEUX PERMANENTS

Les Feux permanents, décrits pour la première fois à l'occasion de l'Exposition de Chicago (1), sont destinés à l'éclairage des points peu accessibles, tels que les jetées exposées, les tours balises, les points dangereux d'intérêt secondaire, qui ne comportent pas les dépenses d'établissement et d'entretien des phares ordinaires ; ils ne peuvent s'appliquer, du reste, qu'aux appareils des petits ordres, l'intensité du bec étant faible.

Jusqu'ici les feux permanents ont été employés seulement comme feux fixes.

Pour donner plus d'extension au système, nous avons cherché à réaliser un Feu-éclair permanent, permettant de varier les apparences.

FEU PERMANENT FIXE

Le feu permanent fixe, représenté en coupe verticale et en coupe horizontale sur la planche XVII, se compose d'une

---

(1) *Notice sur les Appareils d'éclairage exposés à Chicago*, page 129.

optique dioptrique de feux fixe de 6e ordre, supportée par une colonne en fonte et placée à l'intérieur d'une lanterne de 1m600 de diamètre.

La lampe du feu permanent constitue la partie originale du système. Le bec, sans disque, est muni d'une mèche d'épaisseur triple de celle des phares ordinaires : il peut être coiffé par deux sortes de viroles, dont l'une sert à l'allumage et l'autre à la marche normale.

Pour obtenir une marche permanente du feu pouvant durer plusieurs mois il est nécessaire de procéder à l'opération préalable du croûtage.

L'opération consiste à recouvrir la mèche d'un dépôt de goudron, aussi uniforme que possible, lequel maintient l'évaporation du pétrole et, supprimant les dépôts, entretient la flamme pendant un temps prolongé.

Le bec étant coiffé de la virole de croûtage, on fait saillir la mèche, puis on allume et on laisse brûler pendant 48 heures ; après ce temps, le dépôt de goudron forme une croûte lisse et sans dentelure. La hauteur de la flamme baisse pendant cette opération.

Pour la marche normale, on substitue à la virole de croûtage une autre virole de forme différente, on coiffe le bec avec une cheminée en mica incassable par la chaleur, et on allume en ayant soin de soulever la mèche d'une quantité suffisante.

L'expérience a montré que le bec ainsi préparé pouvait brûler pendant 3 et 4 mois, avec une intensité qui descendait, au bout de 2 mois, à 1 bec Carcel environ; on peut donc compter sur ce chiffre pour le calcul de la puissance, qui, en réalité, sera supérieure à l'évaluation pendant la première période de fonctionnement.

Un feu non gardé ne présentant jamais les garanties de sécurité d'un feu surveillé par un gardien, on prend la précaution, en France, à moins d'impossibilité absolue, de faire visiter tous les mois les feux permanents.

Le réservoir à pétrole est placé au-dessus de l'appareil dans la coupole; il est relié au bec par une tuyauterie pourvue d'un régulateur de débit avec flotteur cylindrique à mercure, dont le fonctionnement automatique est d'une grande sensibilité, quelles que soient les variations thermométriques et barométriques. La capacité du réservoir est calculée largement pour la durée maxima du feu.

En moyenne, on peut compter sur 60 à 80 jours de fonctionnement.

La lanterne à double coupole qui renferme le feu est disposée pour favoriser la ventilation et l'évacuation des fumées qui se produisent quelquefois à la fin de la période de fonctionnement.

On compte, à l'heure actuelle, une vingtaine de feux permanents fixes installés en France et dans d'autres pays.

FEU-ÉCLAIR PERMANENT

Les résultats favorables, obtenus avec les feux permanents fixes, nous ont engagés à créer un système de Feu-éclair permanent pouvant donner des éclats équidistants, ou même groupés, et fournissant avec de nouvelles apparences, sans augmenter la consommation, une puissance beaucoup plus considérable.

Le progrès dans cette voie est le même que celui réalisé

pour les phares ordinaires en passant de l'ancien système aux Feux-éclairs.

Le Feu-éclair permanent est représenté, en coupe verticale et en coupe horizontale, sur la planche XVII.

L'appareil optique est formé de 4 lentilles dioptriques de 6e ordre, disposées en carré et fixées dans une armature en aluminium portée par un flotteur à mercure. La forme cônique de ce flotteur a pour but d'en réduire le poids et de diminuer le frottement de l'ensemble.

Le bec du Feu-éclair permanent est alimenté, comme celui du Feu permanent fixe, par un réservoir suspendu dans la coupole et par une tuyauterie avec régulateur de débit. L'ensemble du réservoir, de la tuyauterie et du bec est fixe.

La partie tournante, c'est-à-dire l'appareil et son flotteur, est maintenue par deux pivots, l'un placé sous le bec et l'autre au fond de la cuve à mercure.

La rotation de l'appareil, à la vitesse de 1 tour en 20 secondes, est obtenue au moyen d'une machine de rotation à ressorts, susceptible de maintenir le mouvement pendant 60 jours environ; nous avons supposé, en effet, qu'il serait toujours possible, dans une période de deux mois, de visiter le feu et de remonter la machine.

L'appareil est renfermé dans une lanterne de 1^{m}60 de diamètre, à double coupole en cuivre, avec escalier et table de service.

PUISSANCE ET PORTÉE DES FEUX PERMANENTS

L'intensité lumineuse du bec à feu permanent est, en moyenne, de 1 bec Carcel. D'après les mesures d'Allard et en suivant

la méthode exposée au Chapitre II, le calcul conduit aux valeurs indiquées au tableau n° 17.

TABLEAU N° 17

FEU PERMANENT FIXE					
PUISSANCE		PORTÉE EN MILLES MARINS			
		TEMPS MOYEN		TEMPS CLAIR	
FEU BLANC	FEU ROUGE	FEU BLANC	FEU ROUGE	FEU BLANC	FEU ROUGE
6 becs	1 bec 5	6,89	4,37	9,70	5,54
FEU-ÉCLAIR PERMANENT					
60 becs	15 becs	12,65	8,97	21,21	13,55

Il résulte des portées atteintes par les feux permanents, que ces appareils, feu fixe ou Feu-éclair, sont appelés à rendre les plus grands services à la petite navigation, en lui signalant les dangers, sur lesquels la méthode ordinaire n'aurait pas permis d'appeler son attention, sans imposer des dépenses exagérées.

CHAPITRE QUATRIÈME

TARIF DESCRIPTIF

I. — FEUX-ÉCLAIRS A L'HUILE MINÉRALE

PREMIER ORDRE

Appareil optique. — Les appareils optiques des Feux-éclairs comprennent 8 combinaisons, réparties de la manière suivante :

Éclats équidistants,	2	combinaisons.
Groupes simples,	3	»
Éclats blancs et rouges,	3	»

Si l'on tient compte que les éclats équidistants et les groupes simples peuvent être colorés en rouge, on voit qu'il est possible de réaliser, avec les Feux-éclairs de premier ordre, 13 apparences différentes.

La composition de ces diverses optiques a été indiquée sur

les tableaux nos 4 et 5 ; nous la résumons au tarif, en donnant le prix de chaque appareil.

Les cadres en bronze, qui portent les lentilles, ont des formes variables avec la combinaison choisie, mais nous comprenons toujours dans la fourniture de l'optique, les montants et les cercles entretoises qui servent à assembler les divers panneaux.

La coloration de la lentille rouge, dans les feux à éclats blancs et rouges, est obtenue au moyen d'un manchon cylindrique en verre rouge. La fourniture comprend, pour cette catégorie d'appareils, 10 manchons, dont 9 de rechange.

Armature a flotteur. — L'armature à flotteur est disposée pour permettre la rotation de l'appareil sur un bain de mercure.

Cette armature comprend :

Une embase tournante en fonte, garnie d'une couronne dentée en bronze, avec marchepied en fonte, plateau de service et récipient pour le trop plein de la lampe ;

Un flotteur annulaire en fonte ;

Un arbre creux, de rotation et de suspension, en fonte, avec coussinet démontable et crapaudine à grain sphérique; chemin de roulement en acier; pivot vertical avec plaque de base et galets de centrage de l'arbre ;

Une colonne en fonte, filetée sur toute sa hauteur, pour la descente de la cuve à mercure ;

Une cuve à mercure, en fonte, munie de vérins pour soulever l'appareil, de poignées de manœuvre et d'un robinet de vidange.

La fourniture comprend également le mercure nécessaire à la rotation de l'appareil, renfermé dans des bouteilles en fer.

Lampes. — Les lampes à niveau constant, employées dans les Feux-éclairs, sont disposées pour brûler de l'huile minérale.

Les réservoirs sont toujours portés par l'appareil.

Chaque phare est muni d'un assortiment de deux lampes, comprenant :

- Deux réservoirs, dont un de rechange, avec tubulures, robinets et supports de fixation sur l'appareil ;
- Deux vases à niveau constant ;
- Deux tuyauteries complètes conduisant l'huile au bec, avec raccords étanches et robinets ;
- Deux tuyaux de vidange ;
- Un support du bec avec dispositif pour le réglage en hauteur ;
- Robinet d'alimentation et réservoir annulaire en fer, pour joint du bec ;
- Deux becs à 6 mèches et quatre becs à 4 mèches, série paire, à joint de mercure.

La fourniture comprend également les accessoires suivants :

- Un assortiment de vis ;
- Deux bouchons de centrage et de mouchage ;
- Une peau de veau, pour les rondelles de joint;
- Deux emporte-pièces, pour découper les rondelles de joint.

Pour les Feux-éclairs de premier ordre, quelle que soit l'apparence, le bec fort est à 6 mèches et le bec faible à 4 mèches.

Machine de rotation. — La machine de rotation est munie d'un dispositif permettant le remontage du poids moteur pendant le mouvement, d'un régulateur à friction, d'un avertisseur électrique des arrêts ; elle est accompagnée de son enveloppe et des accessoires suivants :

- Un régulateur de rechange ;
- Une sonnerie électrique, munie de ses piles ;
- Un assortiment de vis ;
- Deux câbles métalliques, pour le poids moteur, dont un de rechange ;
- Un tambour de renvoi du câble et ses supports ;

Un anneau à scellement, pour l'extrémité du câble ;
Deux poulies en cuivre, avec crochet ;
Une manivelle ;
Les clés de montage.

FOURNITURES ACCESSOIRES. — Les fournitures accessoires se composent d'Objets d'approvisionnement et de Matériel de service.

Les OBJETS D'APPROVISIONNEMENT, calculés pour un service de deux ans, comprennent :

Cheminées et mèches.

Cinquante cheminées en cristal, pour le bec fort ;
Cent cheminées en cristal, pour le bec faible ;
Vingt-cinq cheminées, pour la lampe du gardien ;
Vingt mètres de mèche, de chaque numéro, pour la lampe du phare ;
Dix mètres de mèche, pour la lampe du gardien ;
Dix mètres de mèche, pour la lampe d'allumage et la lampe-veilleuse.

Fournitures pour le nettoyage et le graissage.

Deux kilog. de rouge à polir ;
Cinq kilog. de blanc d'Espagne ;
Un kilog. de terre pourrie ;
Un kilog. de minium ;
Un kilog. de blanc de céruse ;
Deux litres d'huile de lin ;
Deux litres d'huile cuite ;
Quatre litres d'eau de cuivre ;
Dix kilog. de vieux linge de coton ;
Cinquante feuilles de papier émeri ;
Deux fioles d'huile d'horloger.

Le MATÉRIEL DE SERVICE comprend :

Brosserie.

Un balai de crin ;
Une tête de loup ;
Deux brosses de boulanger ;
Deux grands plumeaux ;
Deux petits plumeaux ;

Trois pinceaux en blaireau, pour le rouge à polir ;
Six brosses d'horloger ;
Deux goupillons, pour les cheminées du bec fort ;
Quatre goupillons, pour les cheminées du bec faible ;
Huit goupillons plats, pour les becs ;
Quatre goupillons ronds, pour les becs ;
Deux peaux chamoisées ;
Deux pièces de flanelle, pour envelopper les cheminées ;
Cinq cents grammes d'éponges.

Ferblanterie.

Deux bidons à main, de 10 litres de capacité ;
Un seau en zinc ;
Un panier de service ;
Une pompe à soutirer l'huile ;
Un égouttoir à grille mobile ;
Deux burettes à huile, de 2 litres de capacité ;
Une burette inversable, pour le graissage ;
Une boîte double, pour le rouge à polir ;
Deux boîtes, pour le blanc ;
Une série de calibres à couper les mèches ;
Une série de mandrins pour poser les mèches ;
Deux lampes de gardien, avec abat-jour ;
Une lampe d'allumage ;
Une lanterne-veilleuse.

Outils.

Douze limes assorties ;
Deux ciseaux à bois ;
Deux burins ;
Deux marteaux ;
Un grattoir ;
Une paire de tenailles ;
Une scie de menuisier ;
Un étau d'établi ;
Une scie égoïne ;
Un étau à main ;

Une clé anglaise ;
Deux paires de pinces plates ;
Deux paires de pinces coupantes ;
Deux paires de ciseaux droits-coudés ;
Un appareil à percer, avec boîte à forets et 6 forets assortis ;
Un couteau à mastiquer ;
Trois tournevis ;
Un assortiment de six vrilles ;
Deux kilog. de pointes de Paris, de crochets et de pointes à vis ;
Un plomb d'architecte ;
Un niveau droit, à bulle d'air ;
Un niveau circulaire, pour les becs ;
Un décamètre en fil, à trame métallique ;
Un mètre pliant, en cuivre ;
Un double décimètre, en buis ;
Deux pinces en bois, pour les cheminées ;
Une pierre du Levant ;
Un bouchon de mouchage et de centrage, pour le bec fort ;
Un bouchon de mouchage et de centrage, pour le bec faible.

Objets divers.

Une garniture de rideaux en coutil, pour l'appareil optique ;
Deux paires de lunettes bleues ;
Une échelle et un marchepied en chêne, garnis en bronze ;
Une boîte en chêne ciré, pour les mèches.

Lanterne. — La lanterne à vitrage cylindrique du Feu-éclair de 1er ordre, de 4m00 ou 3m50 de diamètre suivant l'apparence (*voir tableau n° 16, page 84*), se compose de 16 montants en fer forgé, recouverts, extérieurement, de nervures en bronze portant feuillures pour les glaces, et entretoisées par des traverses horizontales à pattes, recouvertes également de nervures en bronze.

La ventilation est assurée par des fentes, pratiquées dans des soles placées au-dessous du vitrage et garnies de portes en bronze avec charnières.

Les têtes des montants sont reliées par une sablière, sur laquelle repose une double coupole en cuivre rouge, formée de fuseaux ou de voussoirs creux, en nombre égal à celui des panneaux de la lanterne, et dans la construction desquels il n'entre pas de fer, mais seulement du cuivre rouge et du bronze.

La coupole est surmontée d'un piédouche, d'une boule percée de trous pour la sortie de l'air, d'un paratonnerre à girouette avec câble en cuivre rouge de 50 mètres de longueur, terminé par un perd-fluide également en cuivre, pour la diffusion du courant dans le sol.

Une cuvette en cuivre, suspendue au-dessous de l'ouverture centrale de la coupole et au-dessus de la lampe, protège celle-ci contre les gouttes d'eau et les courants d'air.

Quand la lanterne repose sur une murette en maçonnerie, elle y est retenue par les montants prolongés à cet effet et scellés dans la maçonnerie.

Quand la murette est métallique, elle est formée par le prolongement des montants jusque sur la plate-forme de la tour et par une garniture extérieure en tôle, boulonnée sur les couvre-joints extérieurs; le tout est rattaché à un soubassement en fonte solidement fixé sur la plate-forme; elle est en outre pourvue d'un tambour en tôle, qui recouvre l'ouverture de l'escalier de la tour et qui communique par deux portes, d'une part avec la galerie de la plate-forme, de l'autre avec la chambre de service, et d'une galerie extérieure en tôle striée, placée au niveau supérieur de la murette et servant au nettoyage des glaces.

Dans les deux cas, la lanterne est pourvue d'une galerie intérieure en tôle striée, portée par des corbeaux en fer, au niveau du dessus de la murette, et d'un escalier de service en fonte allant de la plate-forme à la galerie.

L'accès de la galerie extérieure est assuré par une échelle en fer placée en dehors de la lanterne et aboutissant à la plate-forme de la tour.

Le vitrage de la lanterne est formé de glaces cylindriques de 6 à 8 m/m d'épaisseur, encadrées dans les feuillures des montants et des traverses et retenues par des baguettes en bronze formant couvre-joints. Les panneaux sont garnis intérieurement d'un store en coutil rayé, s'enroulant autour d'une baguette creuse en cuivre.

Chaque lanterne est accompagnée des accessoires suivants :

Deux panneaux complets de glaces de rechange ;

Un assortiment de vis et de boulons de rechange ;

Dix conduits en bronze, pour le guidage du câble du paratonnerre ;

Les clés de montage.

Nous fournissons, sur demande spéciale, un paratonnerre à pointes multiples, du système préconisé par Melsens, au lieu du paratonnerre à pointe unique ; une échelle en bronze fixée à la galerie extérieure et à la coupole, pour permettre de visiter commodément la boule et le paratonnerre. Cette échelle, qui descend jusqu'à la plate-forme, sert aussi pour accéder à la galerie et faire le nettoyage du vitrage.

Fournitures supplémentaires. — Les fournitures supplémentaires comprennent les modifications ou additions aux fournitures ordinaires, livrées sur demande spéciale et entraînant un changement dans les prix.

Elles sont classées de la manière suivante :

1° *Coloration du Feu-éclair en rouge.* — La coloration des Feux-éclairs à éclats équidistants et à éclats groupés s'obtient par la substitution aux cheminées blanches de cheminées en cristal coloré. Il en résulte une majoration de prix correspondant au type du bec employé.

2° *Mercure de rechange.* — Il est quelquefois utile de prévoir une quantité de mercure suffisante pour la rotation de l'appareil.

3° *Murette métallique.* — La murette métallique entraîne un supplément de prix, le tarif étant établi dans l'hypothèse d'une murette en maçonnerie.

4° *Lambrissage intérieur de la murette.* — Les murettes métalliques sont quelquefois lambrissées intérieurement, pour atténuer l'effet des variations de température; ce lambrissage est formé de panneaux en chêne, en teck ou acajou, poli et verni.

5° *Paratonnerre à pointes multiples.* — La fourniture d'un paratonnerre à pointes multiples, plus efficace, d'après certains physiciens, que le paratonnerre à pointe unique, entraîne un supplément de prix.

6° *Echelle en bronze pour la coupole.* — L'échelle en bronze, pour l'accès de la coupole, est placée à l'extérieur et s'élève sur toute la hauteur de la lanterne; elle est coudée à la partie supérieure et s'étend jusqu'à la boule.

7° *Balustrade de la plate-forme.* — Elle est parfois comprise dans la construction en maçonnerie; au cas contraire, nous fournissons des balustrades métalliques; le modèle le plus simple, dont nous donnons le prix, se compose de barreaux en fer rond avec pilastres en fer à scellement. Toute ornementation donne lieu à un supplément sur le prix indiqué.

8° *Grillage de la lanterne.* — Pour protéger les vitraux contre les oiseaux, il est quelquefois nécessaire d'employer un grillage en fils de cuivre maintenus verticalement, à l'extérieur, par des attaches en bronze.

9° *Matériel supplémentaire pour l'huile minérale et pour le service.* — Les objets rangés sous ces deux catégories nous sont quelquefois demandés, suivant les ressources locales.

PRIX DES FEUX-ÉCLAIRS DE PREMIER ORDRE

DÉSIGNATION DE L'APPAREIL (Longueur focale 0^m920)	Optique et armature des lentilles	Armature à flotteur (mercure compris)	Lampes et becs	Machine de rotation	Fournitures accessoires	Lanterne à vitrage cylindrique sur murette en maçonnerie	PRIX TOTAUX
	Francs	Francs	Francs	Francs	Francs	Francs	Francs
ÉCLATS ÉQUIDISTANTS							
Appareil à 2 lentilles (Pl. III)							
Deux lentilles de 180° chacune.	45.000	11.100	2.600	4.500	1.150	26.000	90.350
Appareil à 4 lentilles (Pl. IV)							
Quatre lentilles de 90° chacune	45.000	11.100	2.600	4.500	1.150	20.000	84.350
ÉCLATS GROUPÉS							
Appareil à groupes de 2 éclats (Pl. I, fig. 4)							
Deux lentilles de 135° chacune et un réflecteur de 90°.	42.000	11.100	2.600	4.500	1.150	26.000	87.350
Appareil à groupes de 3 éclats (Pl. I, fig. 5)							
Trois lentilles de 72° chacune et un réflecteur de 144°	28.000	11.100	2.600	4.500	1.150	20.000	67.350
Appareil à groupes de 4 éclats (Pl. I, fig. 6)							
Quatre lentilles de 60° chacune et un réflecteur de 120°	29.500	11.100	2.600	4.500	1.150	20.000	68.850
ÉCLATS BLANCS ET ROUGES							
Appareil à 1 éclat blanc suivi de 1 éclat rouge (Pl. I, fig. 7)							
Une lentille blanche de 70°, une lentille rouge de 180° et deux réflecteurs de 55° chacun . . .	33.000	11.100	2.600	4.500	1.150	26.000	78.350
Appareil à groupes de 2 éclats blancs séparés par 1 éclat rouge (Pl. I, fig. 8)							
Deux lentilles blanches de 60° chacune, une lentille rouge de 180° et deux réflecteurs de 30° chacun. .	38.000	11.100	2.600	4.500	1.150	26.000	83.350
Appareil à groupes de 3 éclats blancs séparés par 1 éclat rouge (Pl. I, fig. 9)							
Trois lentilles blanches de 60° chacune et une lentille rouge de 180°.	43.000	11.100	2.600	4.500	1.150	26.000	88.350

FOURNITURES SUPPLÉMENTAIRES

(livrées seulement sur demande spéciale)

		Diam. 4m	Diam. 3m50
1°	Coloration du Feu-éclair en rouge	650 fr.	
2°	Mercure de rechange, pour l'armature à flotteur	1.600 fr.	
3°	Murette métallique	4.700 fr.	4.000 fr.
4°	Lambrissage intérieur de la murette, en chêne, poli et verni	1.275 fr.	1.100 fr.
	Lambrissage intérieur de la murette, en teck ou acajou, poli et verni.	1.860 fr.	1.600 fr.
5°	Paratonnerre à pointes multiples	180 fr.	
6°	Echelle en bronze, pour la coupole	480 fr.	
7°	Balustrade de la plate-forme (*par mètre courant*).	50 fr.	
8°	Grillage de la lanterne	1.700 fr.	1.500 fr.
9°	Matériel supplémentaire.		

Le MATÉRIEL SUPPLÉMENTAIRE peut être divisé en deux catégories comme suit :

Pour le service des phares en général :

Bascule, pour peser jusqu'à 500 kilos, avec série de poids	160 Francs
Balance, pour peser jusqu'à 10 kilos, avec série de poids	35 »
Pendule œil-de-bœuf, marchant pendant 15 jours sans remontage	75 »
Longue-vue (*objectif de 56 m/m*).	64 »
Baromètre anéroïde, de précision	60 »
Thermomètre à mercure.	10 »

Pour les phares éclairés à l'huile minérale :

Caisse en chêne doublé de tôle galvanisée *(contenance 400 litres)*.	250 Francs
Réservoir oscillant, en tôle galvanisée *(contenance 75 litres)*	30 »
Support en fonte à bascule, pour réservoir oscillant	28 »
Appareil pour vérifier l'inflammabilité des huiles, type perfectionné	90 »

OBSERVATIONS

ARMATURE A FLOTTEUR. — Le prix indiqué comprend le mercure. Dans le cas où il serait plus facile de se le procurer sur place et si nous n'avions pas à le fournir, il en résulterait une diminution de fr. 1.600.

LANTERNE. — Les deux prix indiqués correspondent aux deux diamètres de lanterne, avec vitrage cylindrique, employés pour les Feux-éclairs de premier ordre ; *(voir au tableau no 16, page 84).*

Si l'on accepte toutefois les inconvénients, inhérents au vitrage polygonal en glaces planes, signalés à la page 83, il en résulte une diminution de fr. 2.500 pour la lanterne de 4 mètres de diamètre et de fr. 2.000 pour celle de 3m50.

EMBALLAGE 5 °/o *de la valeur, quelle que soit la composition de la fourniture.*

RENSEIGNEMENTS approximatifs pour l'expédition	APPAREIL et ACCESSOIRES	LANTERNE SUR MURETTE EN MAÇONNERIE		LANTERNE AVEC MURETTE MÉTALLIQUE	
		4m de diamètre	3m50 de diamètre	4m de diamètre	3m50 de diamètre
CUBE (en mètres).	50	22	17	29	21
POIDS (en kilos).	13.000	11.000	9.500	14.500	12.500
NOMBRE de colis	45	23	21	26	24

DEUXIÈME ORDRE

Appareil optique. — Les combinaisons optiques des Feux-éclairs de deuxième ordre sont les mêmes que pour le premier ordre ; elles permettent donc de réaliser 13 apparences différentes (*voir page* 97).

Armature a flotteur. — La description donnée page 98 s'applique également à l'armature à flotteur des Feux-éclairs de deuxième ordre.

Lampes. — Pour les éclats équidistants, le bec fort est à 6 mèches et le bec faible à 4 mèches ; pour les éclats groupés et les éclats blancs et rouges, le bec fort est à 5 mèches et le bec faible à 4 mèches (*voir tableaux nos 4 et 5, pages 41 et 42*). Le prix des lampes est, par suite, différent suivant l'apparence choisie.

Machine de rotation. — Les dispositions décrites page 99 s'appliquent également à la machine de deuxième ordre.

Fournitures accessoires. — Pour les Feux-éclairs à éclats équidistants, les fournitures accessoires sont semblables à celles du premier ordre (*voir page* 100). Pour les autres apparences, la diminution du nombre de mèches, du bec fort, entraîne une réduction de prix correspondante.

Lanterne. — Suivant les apparences, les lanternes pour Feux-éclairs de deuxième ordre ont 3^m50 ou 3^m00 de diamètre, (*voir tableau n° 16, page* 84); elles sont décrites page 102. Toutefois la lanterne de 3^m00 ne comprend que douze montants au lieu de seize.

Fournitures supplémentaires. — Même description que pour les Feux-éclairs de premier ordre (*voir page* 104).

PRIX DES FEUX-ÉCLAIRS DE DEUXIÈME ORDRE

DÉSIGNATION DE L'APPAREIL (Longueur focale 0m700)	Optique et armature des lentilles	Armature à flotteur (mercure compris)	Lampes et becs	Machine de rotation	Fournitures accessoires	Lanterne à vitrage cylindrique sur murette en maçonnerie	PRIX TOTAUX
	Francs	Francs	Francs	Francs	Francs	Francs	Francs
ÉCLATS ÉQUIDISTANTS							
Appareil à 2 lentilles (Pl. V et VII)							
Deux lentilles de 180° chacune	30.000	8.400	2.600	4.000	1.150	20.000	66.150
Appareil à 4 lentilles (Pl. I, fig. 3)							
Quatre lentilles de 90° chacune	30.000	8.400	2.600	4.000	1.150	14.500	60.650
ÉCLATS GROUPÉS							
Appareil à groupes de 2 éclats (Pl. I, fig. 4)							
Deux lentilles de 135° chacune et un réflecteur de 90°	27.000	8.400	2.300	4.000	1.000	20.000	62.700
Appareil à groupes de 3 éclats (Pl. I, fig. 5)							
Trois lentilles de 72° chacune et un réflecteur de 144°	20.000	8.400	2.300	4.000	1.000	14.500	50.200
Appareil à groupes de 4 éclats (Pl. VI et VII)							
Quatre lentilles de 60° chacune et un réflecteur de 120°	21.000	8.400	2.300	4.000	1.000	14.500	51.200
ÉCLATS BLANCS ET ROUGES							
Appareil à 1 éclat blanc suivi de 1 éclat rouge (Pl. I, fig. 7)							
Une lentille blanche de 70°, une lentille rouge de 180° et deux réflecteurs de 55° chacun . .	23.500	8.400	2.300	4.000	1.000	20.000	59.200
Appareil à groupes de 2 éclats blancs séparés par 1 éclat rouge (Pl. I, fig. 8)							
Deux lentilles blanches de 60° chacune, une lentille rouge de 180° et deux réflecteurs de 30° chacun.	26.500	8.400	2.300	4.000	1.000	20.000	62.200
Appareil à groupes de 3 éclats blancs séparés par 1 éclat rouge (Pl. I, fig. 9)							
Trois lentilles blanches de 60° chacune et une lentille rouge de 180°	29.500	8.400	2.300	4.000	1.000	20.000	65.200

FOURNITURES SUPPLÉMENTAIRES

(livrées seulement sur demande spéciale)

		Diam. 3m50	Diam. 3m
1° Coloration du Feu-éclair en rouge. . .	éclats équidistants. .	650 fr.	
	éclats groupés . . .	500 fr.	
2° Mercure de rechange pour l'armature à flotteur.		1.200 fr.	
3° Murette métallique		4.000 fr.	3.000 fr.
4° Lambrissage intérieur de la murette.	en chêne, poli et verni. . .	1.100 fr.	960 fr.
	en teck ou acajou, poli et verni.	1.600 fr.	1.400 fr.
5° Paratonnerre à pointes multiples		180 fr.	
6° Echelle en bronze pour la coupole		480 fr.	380 fr.
7° Balustrade de la plate-forme (*par mètre courant*).		50 fr.	
8° Grillage de la lanterne		1.500 fr.	1.300 fr.
9° Matériel supplémentaire.			

Le MATÉRIEL SUPPLÉMENTAIRE peut être divisé en deux catégories comme suit :

Pour le service des phares en général :

Bascule, pour peser jusqu'à 500 kilos, avec série de poids	160 Francs
Balance, pour peser jusqu'à 10 kilos, avec série de poids	35 »
Pendule œil-de-bœuf, marchant pendant 15 jours sans remontage . .	75 »
Longue-vue (*objectif de 56 m/m*).	64 »
Baromètre anéroïde, de précision	60 »
Thermomètre à mercure	10 »

Pour les phares éclairés à l'huile minérale :

Caisse en chêne doublé de tôle galvanisée *(contenance 400 litres)* . .	250 Francs
Réservoir oscillant, en tôle galvanisée *(contenance 75 litres)*	30 »
Support en fonte, à bascule, pour réservoir oscillant.	28 »
Appareil pour vérifier l'inflammabilité des huiles, type perfectionné . .	90 »

OBSERVATIONS

ARMATURE A FLOTTEUR. — Le prix indiqué comprend le mercure. Dans le cas où il serait plus facile de se le procurer sur place et si nous n'avions pas à le fournir, il en résulterait une diminution de fr. 1.200.

LANTERNE. — Les deux prix indiqués correspondent aux deux diamètres de lanterne, avec vitrage cylindrique, employés pour les Feux-éclairs de premier ordre ; *(voir au tableau n° 16, page 84).*

Si l'on accepte toutefois les inconvénients, inhérents au vitrage polygonal en glaces planes, signalés à la page 83, il en résulte une diminution de fr. 2.000 pour la lanterne de 3m50 de diamètre et de fr. 1.500 pour celle de 3 mètres.

EMBALLAGE 5 °/₀ *de la valeur quelle que soit la composition de la fourniture.*

RENSEIGNEMENTS approximatifs pour l'expédition	APPAREIL et ACCESSOIRES	LANTERNE			
		SUR MURETTE EN MAÇONNERIE		AVEC MURETTE MÉTALLIQUE	
		3m50 de diamètre	3m de diamètre	3m50 de diamètre	3m de diamètre
CUBE (en mètres)....	30	17	14	21	16
POIDS (en kilos)......	9.000	9.500	7.000	12.500	9.500
NOMBRE de colis....	35	21	18	24	21

TROISIÈME ORDRE

Appareil optique. — Les Feux-éclairs de troisième ordre comprennent onze apparences différentes, au lieu de treize, comme c'est le cas pour les deux ordres précédents, les éclats équidistants ne comportant qu'une seule combinaison optique *(voir tableau nº 4, p. 41)*.

Armature a flotteur. — La description donnée page 98 est applicable à l'armature à flotteur des Feux-éclairs de troisième ordre.

Lampes. — Pour les éclats équidistants, le bec fort est à 6 mèches et le bec faible à 4 mèches ; pour les éclats groupés et les éclats blancs et rouges, le bec fort est à 4 mèches et le bec faible à 3 mèches *(voir tableaux nos 4 et 5, pages 41 et 42)*. Le prix des lampes est, par suite, différent suivant l'apparence choisie.

Machine de rotation. — Les dispositions générales sont les mêmes que celles de la machine du premier ordre décrites page 99, dont elle ne diffère que par ses dimensions.

Fournitures accessoires. — Pour les Feux-éclairs à éclats équidistants, les fournitures accessoires sont semblables à celles du premier ordre, décrites page 100.

Pour les autres apparences, la diminution du nombre de mèches entraîne une réduction de prix correspondante.

Lanterne. — Les lanternes pour Feux-éclairs de troisième ordre ont $3^{m}00$ ou $2^{m}50$ de diamètre, suivant les apparences *(voir tableau, nº 16, page 84)*.

Les dispositions en sont décrites page 99. Toutefois la lanterne de $2^{m}50$ ne comprend que dix montants.

Fournitures supplémentaires. — La description en est donnée page 104 et la nomenclature avec prix page 115.

PRIX DES FEUX-ÉCLAIRS DE TROISIÈME ORDRE

DÉSIGNATION DE L'APPAREIL (Longueur focale 0m500)	Optique et armature des lentilles	Armature à flotteur (mercure compris)	Lampes et becs	Machine de rotation	Fournitures accessoires	Lanterne à vitrage cylindrique sur murette en maçonnerie	PRIX TOTAUX
	Francs	Francs	Francs	Francs	Francs	Francs	Francs
ÉCLATS ÉQUIDISTANTS							
Appareil à 1 lentille (Pl. VIII)							
Une lentille de 180° et un réflecteur de 180° . .	10.500	6.250	2.600	3.500	1.150	14.500	38.500
ÉCLATS GROUPÉS							
Appareil à groupes de 2 éclats (Pl. I, fig. 4)							
Deux lentilles de 135° chacune et un réflecteur de 90°.	15.500	6.250	2.000	3.500	860	14.500	42.610
Appareil à groupes de 3 éclats (Pl. IX)							
Trois lentilles de 72° chacune et un réflecteur de 144°	10.000	6.250	2.000	3.500	860	9.500	32.110
Appareil à groupes de 4 éclats (Pl. I, fig. 6)							
Quatre lentilles de 60° chacune et un réflecteur de 120°	10.500	6.250	2.000	3.500	860	9.500	32.610
ÉCLATS BLANCS ET ROUGES							
Appareil à 1 éclat blanc suivi de 1 éclat rouge (Pl. I, fig. 7)							
Une lentille blanche de 70°, une lentille rouge de 180° et deux réflecteurs de 55° chacun. . . .	12.000	6.250	2.000	3.500	860	14.500	39.110
Appareil à groupes de 2 éclats blancs séparés par 1 éclat rouge (Pl. I, fig. 8)							
Deux lentilles blanches de 60° chacune, une lentille rouge de 180° et deux réflecteurs de 30° chacun.	13.500	6.250	2.000	3.500	860	14.500	40.610
Appareil à groupes de 3 éclats blancs séparés par 1 éclat rouge (Pl. I, fig. 9)							
Trois lentilles blanches de 60° chacune et une lentille rouge de 180°	15.000	6.250	2.000	3.500	860	14.500	42.110

FOURNITURES SUPPLÉMENTAIRES

(livrées seulement sur demande spéciale)

		Diam. 3m	Diam. 2m50
1° Coloration du Feu-éclair en rouge	éclats équidistants	650 fr.	
	éclats groupés	320 fr.	
2° Mercure de rechange, pour l'armature à flotteur		850 fr.	
3° Murette métallique		3.000 fr.	2.000 fr.
4° Lambrissage intérieur de la murette.	en chêne, poli et verni	960 fr.	850 fr.
	en teck ou acajou, poli et verni	1.400 fr.	1.050 fr.
5° Paratonnerre à pointes multiples		180 fr.	
6° Echelle en bronze, pour la coupole		380 fr.	320 fr.
7° Balustrade de la plate-forme *(par mètre courant)*		50 fr.	
8° Grillage de la lanterne		1.300 fr.	1.100 fr.
9° Matériel supplémentaire.			

Le MATÉRIEL SUPPLÉMENTAIRE peut être divisé en deux catégories comme suit :

Pour le service des phares en général :

Bascule, pour peser jusqu'à 500 kilos, avec série de poids	160	Francs
Balance, pour peser jusqu'à 10 kilos, avec série de poids	35	»
Pendule œil-de-bœuf, marchant pendant 15 jours sans remontage	75	»
Longue-vue *(objectif de 56 m/m)*	64	»
Baromètre anéroïde, de précision	60	»
Thermomètre à mercure	10	»

Pour les phares éclairés à l'huile minérale :

Caisse en chêne doublé de tôle galvanisée *(contenance 400 litres)*	250	Francs
Réservoir oscillant, en tôle galvanisée *(contenance 75 litres)*	30	»
Support en fonte, à bascule, pour réservoir oscillant	28	»
Appareil pour vérifier l'inflammabilité des huiles, type perfectionné	90	»

OBSERVATIONS

ARMATURE A FLOTTEUR. — Le prix indiqué comprend le mercure. Dans le cas où il serait plus facile de se le procurer sur place et si nous n'avions pas à le fournir, il en résulterait une diminution de fr. 850.

LANTERNE. — Les deux prix indiqués correspondent aux deux diamètres de lanterne, avec vitrage cylindrique, employés pour les Feux-éclairs de premier ordre *(voir au tableau n° 16, page 84)*.

Si l'on accepte toutefois les inconvénients, inhérents au vitrage polygonal en glaces planes, signalés à la page 83, il en résulte une diminution de fr. 1.500 pour la lanterne de 3 mètres de diamètre et de fr. 1.000 pour celle de 2m50.

EMBALLAGE 5 % *de la valeur, quelle que soit la composition de la fourniture.*

RENSEIGNEMENTS approximatifs pour l'expédition	APPAREIL et ACCESSOIRES	LANTERNE			
		SUR MURETTE EN MAÇONNERIE		AVEC MURETTE MÉTALLIQUE	
		3m de diamètre	2m50 de diamètre	3m de diamètre	2m50 de diamètre
CUBE (en mètres)	24	14	13	16	15
POIDS (en kilogr.)	7.000	7.000	6.000	9.500	7.000
NOMBRE de colis	28	18	15	21	16

TROISIÈME ORDRE

(PETIT MODÈLE)

Appareil optique. — Les combinaisons optiques sont les mêmes que pour le troisième ordre (*voir page* 113).

Armature a flotteur. — Mêmes dispositions que pour le premier ordre (*voir page* 98).

Lampes. — Pour les éclats équidistants, le bec fort est à 5 mèches et le bec faible à 3 mèches ; pour les éclats groupés et les éclats blancs et rouges, le bec fort est à 4 mèches et le bec faible à 3 mèches (*voir tableaux nos 4 et 5, pages 41 et 42*); le prix des lampes diffère, par suite, selon l'apparence choisie.

Machine de rotation. — Comme pour les ordres précédents, voir la description générale page 99.

Fournitures accessoires. — Les fournitures accessoires se composent d'objets d'approvisionnement et de matériel de service.

Les Objets d'approvisionnement, calculés pour un service de deux ans, comprennent :

Cheminées et mèches.

Cinquante cheminées en cristal, pour le bec fort ;
Cent cheminées en cristal, pour le bec faible ;
Vingt-cinq cheminées, pour la lampe du gardien ;
Vingt mètres de mèche, de chaque numéro, pour la lampe du phare ;
Dix mètres de mèche, pour la lampe du gardien ;
Dix mètres de mèche, pour la lampe d'allumage et la lanterne-veilleuse.

Nettoyage et graissage.

Un kilog. de rouge à polir ;
Quatre kilog. de blanc d'Espagne ;

Un kilog. de terre pourrie ;
Un kilog. de minium ;
Un kilog. de blanc de céruse ;
Un litre d'huile de lin ;
Un litre d'huile cuite ;
Deux litres d'eau de cuivre ;
Cinq kilog. de vieux linge de coton ;
Trente feuilles de papier émeri ;
Deux fioles d'huile d'horloger.

Le Matériel de service comprend :

Brosserie.

Un balai de crin ;
Deux brosses de boulanger ;
Un grand plumeau ;
Deux petits plumeaux ;
Trois brosses d'horloger ;
Deux goupillons, pour les cheminées du bec fort ;
Quatre goupillons, pour les cheminées du bec faible ;
Six goupillons plats, pour les becs ;
Trois goupillons ronds, pour les becs ;
Deux pinceaux en blaireau, pour le rouge ;
Trois cents grammes d'éponges ;
Deux peaux chamoisées ;
Deux pièces de flanelle, pour envelopper les cheminées.

Ferblanterie.

Deux bidons à main, de 10 litres de capacité ;
Un seau en zinc ;
Un panier de service ;
Une pompe à soutirer l'huile ;
Un égouttoir à grille mobile ;
Une burette à huile, de 2 litres de capacité ;
Une burette inversable, pour le graissage ;
Une boîte double, pour le rouge à polir ;
Une boîte pour le blanc ;
Une série de calibres à couper les mèches ;

Une série de mandrins, pour poser les mèches ;
Une lampe de gardien, avec abat-jour ;
Une lampe d'allumage ;
Une lanterne-veilleuse.

Outils.

Six limes assorties ;
Un burin ;
Un marteau ;
Une paire de tenailles ;
Une scie de menuisier ;
Un étau à main ;
Un appareil à percer, avec boîte à forets et six forets assortis ;
Une clé anglaise ;
Une paire de pinces plates ;
Une paire de pinces coupantes ;
Deux paires de ciseaux droits-coudés ;
Un couteau à mastiquer ;
Deux tournevis ;
Un assortiment de 3 vrilles ;
Un kilog. de pointes de Paris, de crochets et pointes à vis ;
Un plomb d'architecte ;
Un niveau droit, à bulle d'air ;
Un niveau circulaire, pour les becs ;
Un mètre pliant en cuivre ;
Un double décimètre en buis ;
Deux pinces en bois, pour les cheminées ;
Une pierre du Levant ;
Un bouchon de mouchage et de centrage, pour le bec fort ;
Un bouchon de mouchage et de centrage, pour le bec faible.

Objets divers.

Une garniture de rideaux en coutil, pour l'appareil ;
Une paire de lunettes bleues ;
Une échelle et un marchepied en chêne, garnis en bronze ;
Une boîte en chêne ciré, pour les mèches.

Lanterne. — Les Feux-éclairs de troisième ordre petit modèle ne comportent que des lanternes de 2m50 de diamètre, comme l'indique le tableau n° 16, page 84.

Pour la description, voir page 102, en observant que dans le troisième ordre petit modèle la lanterne n'a que dix montants et que les traverses entretoises sont supprimées.

La lanterne est garnie de rideaux en coutil rayé, accrochés par des anneaux à des boutons en bronze vissés dans la sablière.

La fourniture comprend un câble de 35 mètres pour le paratonnerre et 8 conduits en bronze pour le guidage.

Fournitures supplémentaires. — La description en est donnée page 104 et la nomenclature avec prix page 121.

PRIX DES FEUX-ÉCLAIRS DE TROISIÈME ORDRE (PETIT MODÈLE)

DÉSIGNATION DE L'APPAREIL (Longueur focale 0m375)	Optique et armature des lentilles	Armature à flotteur (mercure compris)	Lampes et becs	Machine de rotation	Fournitures accessoires	Lanterne à vitrage cylindrique sur murette en maçonnerie	PRIX TOTAUX
	Francs	Francs	Francs	Francs	Francs	Francs	Francs
ÉCLATS ÉQUIDISTANTS							
Appareil à 1 lentille (Pl. I, fig. 1)							
Une lentille de 180° et un réflecteur de 180° . .	8.000	4.550	2.300	3.000	800	9.500	28.150
ÉCLATS GROUPÉS							
Appareil à groupes de 2 éclats (Pl. X)							
Deux lentilles de 135° chacune et un réflecteur de 90°.	12.000	4.550	1.800	3.000	750	9.500	31.600
Appareil à groupes de 3 éclats (Pl. I, fig. 5)							
Trois lentilles de 72° chacune et un réflecteur de 144°	8.000	4.550	1.800	3.000	750	9.500	27.600
Appareil à groupes de 4 éclats (Pl. I, fig. 6)							
Quatre lentilles de 60d chacune et un réflecteur de 120°	8.300	4.550	1.800	3.000	750	9.500	27.900
ÉCLATS BLANCS ET ROUGES							
Appareil à 1 éclat blanc suivi de 1 éclat rouge (Pl. I, fig. 7)							
Une lentille blanche de 70°, une lentille rouge de 180° et deux réflecteurs de 55° chacun . .	10.000	4.550	1.800	3.000	750	9.500	29.600
Appareil à groupes de 2 éclats blancs séparés par 1 éclat rouge (Pl. I, fig. 8)							
Deux lentilles blanches de 60° chacune, une lentille rouge de 180° et deux réflecteurs de 30° chacun.	11.200	4.550	1.800	3.000	750	9.500	30.800
Appareil à groupes de 3 éclats blancs séparés par 1 éclat rouge (Pl. I, fig. 9)							
Trois lentilles blanches de 60° chacune et une lentille rouge de 180°.	12.400	4.550	1.800	3.000	750	9.500	32.000

FOURNITURES SUPPLÉMENTAIRES

(livrées seulement sur demande spéciale)

1°	Coloration du Feu-éclair en rouge. . . { éclats équidistants	400	Francs
	{ éclats groupés	320	»
2°	Mercure de rechange pour l'armature à flotteur	550	»
3°	Murette métallique	2.000	»
4°	Lambrissage intérieur de la murette . . { en chêne poli, et verni . . .	850	»
	{ en teck ou acajou, poli et verni	1.050	»
5°	Paratonnerre à pointes multiples	180	»
6°	Echelle en bronze pour la coupole	320	»
7°	Balustrade de la plate-forme *(par mètre courant)*	50	»
8°	Grillage de la lanterne.	1.100	»
9°	Matériel supplémentaire.		

Le MATÉRIEL SUPPLÉMENTAIRE peut être divisé en deux catégories comme suit :

Pour le service des phares en général :

Bascule, pour peser jusqu'à 500 kilos, avec série de poids	160	Francs
Balance, pour peser jusqu'à 10 kilos, avec série de poids	35	»
Pendule œil-de-bœuf, marchant pendant 15 jours sans remontage. . .	75	»
Longue-vue *(objectif de 56 m/m)*.	64	»
Baromètre anéroïde, de précision	60	»
Thermomètre à mercure.	10	»

Pour les phares éclairés à l'huile minérale :

Caisse en chêne doublé de tôle galvanisée *(contenance 400 litres)*. . .	250	Francs
Réservoir oscillant, en tôle galvanisée *(contenance 75 litres)*	30	»
Support en fonte, à bascule, pour réservoir oscillant	28	»
Appareil pour vérifier l'inflammabilité des huiles, type perfectionné . .	90	»

OBSERVATIONS

ARMATURE A FLOTTEUR. — Le prix indiqué comprend le mercure. Dans le cas où il serait plus facile de se le procurer sur place et si nous n'avions pas à le fournir, il en résulterait une diminution de fr. 550.

LANTERNE. — Le prix indiqué correspond à la lanterne avec vitrage cylindrique *(voir au tableau n° 16, page 84)*.

Si l'on accepte toutefois les inconvénients, inhérents au vitrage polygonal en glaces planes, signalés à la page 83, il en résulte une diminution de fr. 1.000.

EMBALLAGE 5 °/₀ *de la valeur, quelle que soit la composition de la fourniture.*

RENSEIGNEMENTS approximatifs pour l'expédition	APPAREIL et ACCESSOIRES	LANTERNE SUR MURETTE EN MAÇONNERIE	LANTERNE AVEC MURETTE MÉTALLIQUE
CUBE (en mètres)................	19	13	15
POIDS (en kilogr.)...............	5.000	6.000	7.000
NOMBRE de colis...............	23	15	16

QUATRIÈME ORDRE

Appareil optique. — Les Feux-éclairs de quatrième ordre comprennent les combinaisons optiques des Feux-éclairs de troisième et troisième ordre petit modèle, ainsi que celle des feux à groupes complexes décrits aux pages 32, 33 et 35 (*voir tableau n° 2, page 34*).

Ces combinaisons se répartissent de la manière suivante :

Éclats équidistants,	1
Groupes simples,	3
Groupes doubles,	8
Groupes triples,	12
Éclats blancs et rouges.	3

Soit un total de 27 apparences différentes, qui s'élève à 51, si l'on tient compte que les Feux-éclairs à éclats équidistants et à éclats groupés peuvent être colorés en rouge.

Armature a flotteur. — La description générale est donnée page 98.

Lampes. — Pour les éclats équidistants, le bec fort est à 4 mèches et le bec faible à 3 mèches; pour les éclats groupés et les éclats blancs et rouges, le bec fort est à 3 mèches et le bec faible à 2 mèches (*voir tableaux nos 4 et 5, pages 41 et 42*); le prix des lampes diffère, par suite, selon l'apparence choisie.

Machine de rotation. — Elle ne diffère de celle décrite page 99 que par ses dimensions plus réduites.

Fournitures accessoires. — La nomenclature donnée page 116 est applicable au quatrième ordre ; toutefois l'échelle et le marchepied en chêne garnis en bronze sont supprimés,

la hauteur moindre du vitrage de la lanterne permettant de faire le service sans l'aide de ces accessoires.

La diminution du nombre de mèches entraîne une réduction correspondante dans les prix.

LANTERNE. — Les Feux-éclairs de quatrième ordre ne comportent que des lanternes de $1^{m}80$ de diamètre.

Cette lanterne se compose de 8 montants en bronze dont les têtes sont reliées par une sablière et les pieds par un cercle, également en bronze.

La coupole, en cuivre rouge, est d'une seule pièce; elle est surmontée d'un piédouche, d'une boule percée de trous pour la ventilation, d'un paratonnerre à girouette avec câble en cuivre rouge de 35^{m} de longueur, terminé par un perd-fluide de même métal pour la diffusion du courant dans le sol; une gouttière intérieure avec cuvette protége la lampe contre les gouttes d'eau et les courants d'air.

Quand la murette est en maçonnerie, des entretoises remplacent le cercle de base des montants et ceux-ci sont prolongés et scellés dans la maçonnerie.

Quand la murette est métallique, elle est formée d'un tambour cylindrique en tôle, avec cornière à sa base pour la fixer sur la plate-forme et cornière à la partie supérieure pour recevoir la lanterne. Une porte en tôle donne accès sur la galerie extérieure de la plate-forme.

La ventilation est assurée à l'aide de ventouses placées dans la murette et munies d'un registre réglable à la main.

Le vitrage est constitué par des glaces cylindriques de 6 à 8 $^{m}/^{m}$ d'épaisseur.

La lanterne est garnie intérieurement de rideaux en coutil

rayé, accrochés par des anneaux à des boutons de cuivre vissés dans la sablière.

Chaque lanterne est accompagnée des accessoires suivants :

Deux panneaux complets de glaces de rechange ;

Un assortiment de vis et de boulons de rechange ;

Huit conduits en bronze, pour le guidage du câble du paratonnerre;

Les clés de montage.

Fournitures supplémentaires. — La description en est donnée page 104 et la nomenclature avec prix page 127.

PRIX DES FEUX-ÉCLAIRS DE QUATRIÈME ORDRE

DÉSIGNATION DE L'APPAREIL (Longueur focale $0^{m}250$)	Optique et armature des lentilles	Armature à flotteur (mercure compris)	Lampes et becs	Machine de rotation	Fournitures accessoires	Lanterne à vitrage cylindrique sur murette en maçonnerie	PRIX TOTAUX
	Francs	Francs	Francs	Francs	Francs	Francs	Francs
ÉCLATS ÉQUIDISTANTS							
Appareil à 1 lentille (Pl. I, fig. 1)							
Une lentille de 180° et un réflecteur de 180° . .	4.000	2.300	1.800	2.500	650	3.700	14.950
ÉCLATS GROUPÉS							
GROUPES SIMPLES							
Appareil à groupes de 2 éclats (Pl. I, fig. 4)							
Deux lentilles de 135° chacune et un réflecteur de 90°.	5.700	2.300	1.600	2.500	570	3.700	16.370
Appareil à groupes de 3 éclats (Pl. I, fig. 5)							
Trois lentilles de 72° chacune et un réflecteur de 144°	3.800	2.300	1.600	2.500	570	3.700	14.470
Appareil à groupes de 4 éclats (Pl. XI)							
Quatre lentilles de 60° chacune et un réflecteur de 120°.	4.000	2.300	1.600	2.500	570	3.700	14.670
GROUPES COMPLEXES							
GROUPES DOUBLES							
Appareil à 3 lentilles (Pl. II, fig. 1)							
Deux lentilles dissymétriques de 90° déaxées à 25°, une lentille symétrique de 90°	4.300	2.300	1.600	2.500	570	3.700	14.970
Appareil à 4 lentilles (Pl. II, fig. 2)							
Quatre lentilles dissymétriques de 67°30′ déaxées à 22°30′.	4.800	2.300	1.600	2.500	570	3.700	15.470
Appareil à 4 lentilles (Pl. II, fig. 3)							
Quatre lentilles symétriques de 45°.	2.750	2.300	1.600	2.500	570	3.700	13.420
Appareil à 5 lentilles (Pl. II, fig. 4)							
Cinq lentilles symétriques de 40°	3.100	2.300	1.600	2.500	570	3.700	13.770
Appareil à 6 lentilles (Pl. II, fig. 5 et 6)							
Six lentilles symétriques de 36°.	3.300	2.300	1.600	2.500	570	3.700	13.970
GROUPES TRIPLES							
Appareil à 4 lentilles (Pl. II, fig. 7)							
Quatre lentilles symétriques de 40°	2.500	2.300	1.600	2.500	570	3.700	13.170
Appareil à 5 lentilles (Pl. II, fig. 8)							
Cinq lentilles symétriques de 36°	2.700	2.300	1.600	2.500	570	3.700	13.370
Appareil à 6 lentilles (Pl. II, fig. 9)							
Six lentilles symétriques de 30°.	2.900	2.300	1.600	2.500	570	3.700	13.570
ÉCLATS BLANCS ET ROUGES							
Appareil à 1 éclat blanc suivi de 1 éclat rouge (Pl. XI)							
Une lentille blanche de 70°, une lentille rouge de 180° et deux réflecteurs de 55° chacun . .	5.200	2.300	1.600	2.500	570	3.700	15.870
Appareil à groupes de 2 éclats blancs séparés par 1 éclat rouge (Pl. I, fig. 8)							
Deux lentilles blanches de 60° chacune, une lentille rouge de 180° et deux réflecteurs de 30° chacun.	5.700	2.300	1.600	2.500	570	3.700	16.370
Appareil à groupes de 3 éclats blancs séparés par 1 éclat rouge (Pl. I, fig. 9)							
Trois lentilles blanches de 60° chacune et une lentille rouge de 180°.	6.200	2.300	1.600	2.500	570	3.700	16.870

FOURNITURES SUPPLÉMENTAIRES

(livrées seulement sur demande spéciale)

1° Coloration du Feu-éclair en rouge	éclats équidistants	320	Francs.
	éclats groupés	230	»
2° Mercure de rechange, pour l'armature à flotteur		300	»
3° Murette métallique		800	»
4° Lambrissage intérieur de la murette	en chêne, poli et verni	320	»
	en teck ou acajou, poli et verni	470	»
5° Paratonnerre à pointes multiples		180	»
6° Echelle en bronze, pour la coupole		190	»
7° Balustrade de la plate-forme *(par mètre courant)*		50	»
8° Grillage de la lanterne		575	»
9° Matériel supplémentaire.			

Le MATÉRIEL SUPPLÉMENTAIRE peut être divisé en deux catégories comme suit :

Pour le service des phares en général :

Bascule, pour peser jusqu'à 500 kilos, avec série de poids	160	Francs
Balance, pour peser jusqu'à 10 kilos, avec série de poids	35	»
Pendule œil-de-bœuf, marchant pendant 15 jours sans remontage	75	»
Longue-vue *(objectif de 56 m/m)*	64	»
Baromètre anéroïde, de précision	60	»
Thermomètre à mercure	10	»

Pour les phares éclairés à l'huile minérale :

Caisse en chêne doublé de tôle galvanisée *(contenance 400 litres)*	250	Francs
Réservoir oscillant en tôle galvanisée *(contenance 75 litres)*	30	»
Support en fonte à bascule, pour réservoir oscillant	28	»
Appareil pour vérifier l'inflammabilité des huiles, type perfectionné	90	»

OBSERVATIONS

ARMATURE A FLOTTEUR. — Le prix indiqué comprend le mercure. Dans le cas où il serait plus facile de se le procurer sur place et si nous n'avions pas à le fournir, il en résulterait une diminution de fr. 300.

LANTERNE. — Le prix indiqué correspond à la lanterne avec vitrage cylindrique (*voir au tableau n° 16, page 84*).

Si l'on accepte toutefois les inconvénients, inhérents au vitrage polygonal en glaces planes, signalés à la page 83, il en résulte une diminution de fr. 200.

EMBALLAGE 5 °/₀ *de la valeur, quelle que soit la composition de la fourniture.*

RENSEIGNEMENTS approximatifs pour l'expédition	APPAREIL et ACCESSOIRES	LANTERNE SUR MURETTE EN MAÇONNERIE	LANTERNE AVEC MURETTE MÉTALLIQUE
CUBE (en mètres)	8	6	7
POIDS (en kilogr.)	1.800	1.100	1.500
NOMBRE de colis	12	5	6

CINQUIÈME ORDRE

Appareil optique. — Les combinaisons optiques sont les mêmes que pour le quatrième ordre (*voir page* 123).

Armature a flotteur. — La description donnée page 98 est applicable à l'armature pour appareil de cinquième ordre.

Lampes. — Dans les appareils de cinquième ordre, le nombre des mèches et, par suite, le prix des lampes restent constants, quelle que soit l'apparence choisie.

Machine de rotation. — Elle ne diffère de celle du premier ordre, décrite page 99, que par ses dimensions moindres.

Fournitures accessoires. — Les fournitures accessoires se composent d'objets d'approvisionnement et de matériel de service.

Les Objets d'approvisionnement, calculés pour un service de deux ans, comprennent :

Cheminées et mèches.

Cent cheminées en cristal, pour bec à 2 mèches ;
Vingt mètres de mèche, de chaque numéro, pour la lampe du phare ;
Dix mètres de mèche, pour la lampe d'allumage.

Nettoyage et graissage.

Cinq cents grammes de rouge à polir ;
Deux kilog. de blanc d'Espagne ;
Cinq kilog. de vieux linge de coton ;
Vingt feuilles de papier émeri ;
Une fiole d'huile d'horloger.

Le Matériel de service comprend :

Brosserie.

Deux brosses de boulanger ;
Un grand plumeau ;

Un petit plumeau ;
Six goupillons, pour les cheminées ;
Quatre goupillons plats, pour les becs ;
Deux goupillons ronds, pour les becs ;
Deux pinceaux en blaireau, pour le rouge ;
Deux peaux chamoisées.

Ferblanterie.

Deux bidons à main, de 5 litres de capacité ;
Une pompe à soutirer l'huile ;
Un égouttoir à grille mobile ;
Une burette à huile, de 2 litres de capacité ;
Une burette inversable, pour le graissage ;
Une boîte double, pour le rouge à polir ;
Une boîte pour le blanc ;
Une lampe d'allumage.

Outils.

Quatre limes assorties ;
Un ciseau à bois ;
Un burin ;
Un marteau ;
Une paire de tenailles ;
Une paire de ciseaux droits-coudés ;
Un couteau à mastiquer ;
Un tournevis ;
Une paire de pinces plates ;
Une paire de pinces coupantes ;
Un niveau droit, à bulle d'air ;
Un mètre pliant, en cuivre ;
Un double décimètre, en buis ;
Une pince en bois, pour les cheminées ;
Un bouchon de mouchage et de centrage, pour le bec.

Objets divers.

Une garniture de rideaux en coutil, pour l'appareil ;
Une boîte en chêne ciré, pour les mèches.

Lanterne. — Les Feux-éclairs de cinquième ordre ne comportent qu'un seul diamètre de lanterne, 1^m60. Elle est semblable comme dispositions à celle de 1^m80 employée pour le quatrième ordre (*voir page* 124).

Le câble du paratonnerre a 25 mètres de longueur ; il est prévu 6 conduits en bronze pour le guidage.

Fournitures supplémentaires. — La description donnée page 104 s'applique également aux phares de cinquième ordre.

PRIX DES FEUX-ÉCLAIRS DE CINQUIÈME ORDRE

DÉSIGNATION DE L'APPAREIL (Longueur focale 0m1875)	Optique et armature des lentilles	Armature à flotteur (mercure compris)	Lampes et becs	Machine de rotation	Fournitures accessoires	Lanterne à vitrage cylindrique sur murette en maçonnerie	PRIX TOTAUX
	Francs	Francs	Francs	Francs	Francs	Francs	Francs
ÉCLATS ÉQUIDISTANTS							
Appareil à 1 lentille (Pl. I, fig. 1) Une lentille de 180° et un réflecteur de 180° . .	2.300	2.000	1.300	2.250	250	3.400	11.500
ÉCLATS GROUPÉS GROUPES SIMPLES							
Appareil à groupes de 2 éclats (Pl. I, fig. 4) Deux lentilles de 135° chacune et un réflecteur de 90°.	3.200	2.000	1.300	2.250	250	2.400	12.400
Appareil à groupes de 3 éclats (Pl. I, fig. 5) Trois lentilles de 72° chacune et un réflecteur de 144°	2.400	2.000	1.300	2.250	250	3.400	11.600
Appareil à groupes de 4 éclats (Pl. I, fig. 6) Quatre lentilles de 60° chacune et un réflecteur de 120°	2.600	2.000	1.300	2.250	250	3.400	11.800
GROUPES COMPLEXES GROUPES DOUBLES							
Appareil à 3 lentilles (Pl. II, fig. 1) Deux lentilles dissymétriques de 90° déaxées à 25°, une lentille symétrique de 90°.	2.800	2.000	1.300	2.250	250	3.400	12.000
Appareil à 4 lentilles (Pl. XII) Quatre lentilles dissymétriques de 67°30′ déaxées à 22°30′.	3.100	2.000	1.300	2.250	250	3.400	12.300
Appareil à 4 lentilles (Pl. II, fig. 3) Quatre lentilles symétriques de 45°	1.700	2.000	1.300	2.250	250	3.400	10.900
Appareil à 5 lentilles (Pl. II, fig. 4) Cinq lentilles symétriques de 40°	1.900	2.000	1.300	2.250	250	3.400	11.100
Appareil à 6 lentilles (Pl. II, fig. 5 et 6) Six lentilles symétriques de 36°	2.100	2.000	1.300	2.250	250	3.400	11.300
GROUPES TRIPLES							
Appareil à 4 lentilles (Pl. II, fig. 7) Quatre lentilles symétriques de 40°	1.500	2.000	1.300	2.250	250	3.400	10.700
Appareil à 5 lentilles (Pl. II, fig. 8) Cinq lentilles symétriques de 36°	1.650	2.000	1.300	2.250	250	3.400	10.850
Appareil à 6 lentilles (Pl. II, fig. 9) Six lentilles symétriques de 30°.	1.800	2.000	1.300	2.250	250	3.400	11.000
ÉCLATS BLANCS ET ROUGES							
Appareil à 1 éclat blanc suivi de 1 éclat rouge (Pl. I, fig. 7) Une lentille blanche de 70°, une lentille rouge de 180° et deux réflecteurs de 55° chacun . .	3.100	2.000	1.300	2.250	250	3.400	12.300
Appareil à groupes de 2 éclats blancs séparés par 1 éclat rouge (Pl. XII) Deux lentilles blanches de 60°, une lentille rouge de 180° et deux réflecteurs de 30° chacun . .	3.400	2.000	1.300	2.250	250	3.400	12.600
Appareil à groupes de 3 éclats blancs séparés par 1 éclat rouge (Pl. I, fig. 9) Trois lentilles blanches de 60° chacune et une lentille rouge de 180°.	3.800	2.000	1.300	2.250	250	3.400	13.000

FOURNITURES SUPPLÉMENTAIRES

(livrées seulement sur demande spéciale)

1°	Coloration du Feu-éclair en rouge	140 Francs.
2°	Mercure de rechange, pour l'armature à flotteur	200 »
3°	Murette métallique	500 »
4°	Lambrissage intérieur de la murette. en chêne, poli ou verni	280 »
	Lambrissage intérieur de la murette. en teck ou acajou, poli et verni	420 »
5°	Paratonnerre à pointes multiples	180 »
6°	Echelle en bronze, pour la coupole	190 »
7°	Balustrade de la plate-forme *(par mètre courant)*	50 »
8°	Grillage de la lanterne	450 »
9°	Matériel supplémentaire.	

Le MATÉRIEL SUPPLÉMENTAIRE peut être divisé en deux catégories comme suit :

Pour le service des phares en général :

Bascule, pour peser jusqu'à 500 kilos, avec série de poids	160 Francs
Balance, pour peser jusqu'à 10 kilos, avec série de poids	35 »
Pendule œil-de-bœuf, marchant pendant 15 jours sans remontage	75 »
Longue-vue *(objectif de 56 m/m)*	64 »
Baromètre anéroïde, de précision	60 »
Thermomètre à mercure	10 »

Pour les phares éclairés à l'huile minérale :

Caisse en chêne doublé de tôle galvanisée *(contenance 400 litres)*	250 Francs
Réservoir oscillant, en tôle galvanisée *(contenance 75 litres)*	30 »
Support en fonte, à bascule, pour réservoir oscillant	28 »
Appareil pour vérifier l'inflammabilité des huiles, type perfectionné	90 »

OBSERVATIONS

ARMATURE A FLOTTEUR. — Le prix indiqué comprend le mercure. Dans le cas où il serait plus facile de se le procurer sur place et si nous n'avions pas à le fournir, il en résulterait une diminution de fr. 200.

LANTERNE. — Le prix indiqué correspond à la lanterne avec vitrage cylindrique *(voir au tableau, n° 16, page 84)*.

Si l'on accepte toutefois les inconvénients, inhérents au vitrage polygonal en glaces planes, signalés à la page 83, il en résulte une diminution de fr. 200.

EMBALLAGE 5 °/₀ *de la valeur, quelle que soit la composition de la fourniture.*

RENSEIGNEMENTS approximatifs pour l'expédition	APPAREIL et ACCESSOIRES	LANTERNE	
		SUR MURETTE EN MAÇONNERIE	AVEC MURETTE MÉTALLIQUE
CUBE (en mètres)	4	5	6
POIDS (en kilogr.)	1.000	900	1.100
NOMBRE de colis	9	4	5

SIXIÈME ORDRE

Appareil optique. — Les combinaisons optiques sont les mêmes que pour les quatrième et cinquième ordres.

Armature a flotteur. — La description donnée page 28 est applicable à l'armature pour appareil de sixième ordre.

Lampes. — Dans les appareils de sixième ordre, le nombre des mèches, et, par suite, le prix des lampes restent constants, quelle que soit l'apparence choisie.

Machine de rotation. — Elle ne diffère de celle du premier ordre, décrite page 99, que par ses dimensions moindres.

Fournitures accessoires. — La fourniture comprend un assortiment de fournitures accessoires, semblable à celui du cinquième ordre et détaillé page 129.

Lanterne. — Comme les phares de cinquième ordre, l'appareil de sixième ordre ne comporte qu'un seul diamètre de lanterne soit 1^m60.

Fournitures supplémentaires. — La description donnée page 104 s'applique également aux phares de sixième ordre.

PRIX DES FEUX-ÉCLAIRS DE SIXIÈME ORDRE

DÉSIGNATION DE L'APPAREIL (Longueur focale 0m150)	Optique et armature des lentilles	Armature à flotteur (mercure compris)	Lampes et becs	Machine de rotation	Fournitures accessoires	Lanterne à vitrage cylindrique sur murette en maçonnerie	PRIX TOTAUX
	Francs	Francs	Francs	Francs	Francs	Francs	Francs
ÉCLATS ÉQUIDISTANTS							
Appareil à 1 lentille (Pl. I, fig. 1) Une lentille de 180° et un réflecteur de 180° . .	1.700	1.950	1.300	2.000	250	3.400	10.600
ÉCLATS GROUPÉS — GROUPES SIMPLES							
Appareil à groupes de 2 éclats (Pl. I, fig. 4) Deux lentilles de 135° chacune et un réflecteur de 90° . . .	2.100	1.950	1.300	2.000	250	3.400	11.000
Appareil à groupes de 3 éclats (Pl. I, fig. 5) Trois lentilles de 72° chacune et un réflecteur de 144° . . .	1.800	1.950	1.300	2.000	250	3.400	10.700
Appareil à groupes de 4 éclats (Pl. I, fig. 6) Quatre lentilles de 60° chacune et un réflecteur de 120° . . .	1.900	1.950	1.300	2.000	250	3.400	10.800
GROUPES COMPLEXES — GROUPES DOUBLES							
Appareil à 3 lentilles (Pl. II, fig. 1) Deux lentilles dissymétriques de 90° déaxées à 25° et une lentille symétrique de 90°	2.200	1.950	1.300	2.000	250	3.400	11.100
Appareil à 4 lentilles (Pl. II, fig. 2) Quatre lentilles dissymétriques de 67°30′ déaxées à 22°30′ . . .	2.400	1.950	1.300	2.000	250	3.400	11.300
Appareil à 4 lentilles (Pl. II, fig. 3) Quatre lentilles symétriques de 45°	1.300	1.950	1.300	2.000	250	3.400	10.200
Appareil à 5 lentilles (Pl. II, fig. 4) Cinq lentilles symétriques de 40°	1.450	1.950	1.300	2.000	250	3.400	10.350
Appareil à 6 lentilles (Pl. II, fig. 5 et 6) Six lentilles symétriques de 36°	1.600	1.950	1.300	2.000	250	3.400	10.500
GROUPES TRIPLES							
Appareil à 4 lentilles (Pl. II, fig. 7) Quatre lentilles symétriques de 40°	1.100	1.950	1.300	2.000	250	3.400	10.000
Appareil à 5 lentilles (Pl. II, fig. 8) Cinq lentilles symétriques de 36°	1.250	1.950	1.300	2.000	250	3.400	10.150
Appareil à 6 lentilles (Pl. XIII) Six lentilles symétriques de 30°	1.400	1.950	1.300	2.000	250	3.400	10.300
ÉCLATS BLANCS ET ROUGES							
Appareil à 1 éclat blanc suivi de 1 éclat rouge (Pl. I, fig. 7) Une lentille blanche de 70°, une lentille rouge de 180° et deux réflecteurs de 55° chacun . .	2.500	1.950	1.300	2.000	250	3.400	11.400
Appareil à groupes de 2 éclats blancs séparés par 1 éclat rouge (Pl. I, fig. 8) Deux lentilles blanches de 60°, une lentille rouge de 180° et deux réflecteurs de 30° chacun . .	2.750	1.950	1.300	2.000	250	3.400	11.650
Appareil à groupes de 3 éclats blancs séparés par 1 éclat rouge (Pl. XIII) Trois lentilles blanches de 60° et une lentille rouge de 180°	3.000	1.950	1.300	2.000	250	3.400	11.900

FOURNITURES SUPPLÉMENTAIRES

(livrées seulement sur demande spéciale)

1°	Coloration du Feu-éclair en rouge	140 francs.
2°	Mercure de rechange, pour l'armature à flotteur	150 »
3°	Murette métallique	500 »
4°	Lambrissage intérieur de la murette. { en chêne, poli et verni	280 »
	en teck ou acajou, poli et verni	420 »
5°	Paratonnerre à pointes multiples	180 »
6°	Echelle en bronze, pour la coupole	190 »
7°	Balustrade de la plate-forme *(par mètre courant)*	50 »
8°	Grillage de la lanterne	450 »
9°	Matériel supplémentaire.	

Le MATÉRIEL SUPPLÉMENTAIRE peut être divisé en deux catégories comme suit :

Pour le service des phares en général :

Bascule, pour peser jusqu'à 500 kilos, avec série de poids	160 Francs
Balance, pour peser jusqu'à 10 kilos, avec série de poids	35 »
Pendule œil-de-bœuf, marchant pendant 15 jours sans remontage	75 »
Longue-vue *(objectif de 56 m/m)*	64 »
Baromètre anéroïde, de précision	60 »
Thermomètre à mercure	10 »

Pour les phares éclairés à l'huile minérale :

Caisse en chêne doublé de tôle galvanisée *(contenance 400 litres)*	250 Francs
Réservoir oscillant, en tôle galvanisée *(contenance 75 litres)*	30 »
Support en fonte, à bascule, pour réservoir oscillant	28 »
Appareil pour vérifier l'inflammabilité des huiles, type perfectionné	90 »

OBSERVATIONS

ARMATURE A FLOTTEUR. — Le prix indiqué comprend le mercure. Dans le cas où il serait plus facile de se le procurer sur place et si nous n'avions pas à le fournir, il en résulterait une diminution de fr. 150.

LANTERNE. — Le prix indiqué correspond à la lanterne, avec vitrage cylindrique *(voir au tableau n° 16, page 84)*.

Si l'on accepte toutefois les inconvénients, inhérents au vitrage polygonal en glaces planes, signalés à la page 83, il en résulte une diminution de fr. 200.

EMBALLAGE 5 °/₀ *de la valeur, quelle que soit la composition de la fourniture.*

RENSEIGNEMENTS approximatifs pour l'expédition	APPAREIL et ACCESSOIRES	LANTERNE	
		SUR MURETTE EN MAÇONNERIE	AVEC MURETTE MÉTALLIQUE
CUBE (en mètres)	3	5	6
POIDS (en kilogr.)	800	900	1.100
NOMBRE de colis	7	4	5

II. — FEUX-ÉCLAIRS ÉLECTRIQUES

Appareil optique. — Les Feux-éclairs électriques sont généralement construits pour deux combinaisons optiques que nous avons décrites pages 85 et 86, au chapitre troisième.

Il n'y aurait, d'ailleurs, aucune difficulté à construire des Feux-éclairs électriques à groupes de 3 et de 4 éclats.

L'appareil optique comprend l'armature d'assemblage des lentilles comme les Feux-éclairs à huile minérale.

Armature a flotteur. — Les dispositions de l'armature à flotteur restent les mêmes que pour les Feux-éclairs à l'huile; elles sont décrites page 98. La seule différence consiste dans l'adjonction, à la cuve du flotteur, d'un auget circulaire en fonte, isolé électriquement et renfermant du mercure où plonge un contact fixé à l'embase tournante. Le courant se rend ainsi à la lampe et le retour se fait soit par la masse, soit par un deuxième auget concentrique au premier ; deux rails fixés sur l'embase tournante servent au guidage de la lampe et assurent sa position.

Lampes. — Les lampes à arc à courant alternatif, du système Serrin, perfectionnées par l'Administration Française des Phares, sont à charbons verticaux et à réglage automatique.

La fourniture comprend, pour chaque Feu-éclair, 3 lampes

dont 2 de rechange. La lampe est constituée par une boîte métallique renfermant le mécanisme de réglage et supportant une colonne de guidage avec deux porte-charbons, ainsi que les vis et volants pour le réglage ; à la partie inférieure, deux peignes en cuivre assurent le contact et font communiquer la lampe avec l'un et l'autre pôle.

Il est prévu trois boîtes spéciales en bois, pour renfermer les lampes.

Machine de rotation. — La machine de rotation est disposée de la même manière que pour les Feux-éclairs à huile ; la description est donnée page 99.

Fournitures accessoires. — Les fournitures accessoires comprennent des objets d'approvisionnement et du matériel de service pour l'appareil optique et la lanterne, ainsi que pour l'entretien des machines électriques et de la canalisation.

A. — Pour l'appareil optique et la lanterne.

Nettoyage et graissage.

Deux kilog. de rouge à polir ;
Cinq kilog. de blanc d'Espagne ;
Un kilog. de terre pourrie ;
Deux kilog. de minium ;
Deux kilog. de blanc de céruse ;
Deux litres d'huile de lin ;
Deux litres d'huile cuite ;
Quatre litres d'eau de cuivre ;
Dix kilog. de vieux linge de coton ;
Cinquante feuilles de papier émeri assorties ;
Deux fioles d'huile d'horloger ;
Cinquante litres d'oléonaphte, pour le graissage des machines.

Brosserie.

Un balai de crin ;
Une tête de loup ;

Deux brosses de boulanger ;

Deux grands plumeaux ;

Deux petits plumeaux ;

Trois pinceaux en blaireau pour le rouge ;

Cinq cents grammes d'éponges ;

Six brosses d'horloger ;

Deux peaux chamoisées.

Ferblanterie.

Deux burettes inversables, pour le graissage ;

Une boîte double, pour le rouge à polir ;

Deux boîtes, pour le blanc ;

Deux lampes de gardien, avec abat-jour ;

Une lanterne-veilleuse.

Outils.

Douze limes assorties ;

Deux ciseaux à bois ;

Deux burins ;

Deux marteaux ;

Un grattoir ;

Une paire de tenailles ;

Une scie de menuisier ;

Une scie égoïne ;

Un étau d'établi ;

Un étau à main ;

Une clé anglaise ;

Deux paires de pinces plates ;

Deux paires de pinces coupantes ;

Un couteau à mastiquer ;

Trois tournevis ;

Un assortiment de 6 vrilles ;

Deux kilog. de pointes de Paris, crochets et pointes à vis ;

Un plomb d'architecte ;

Un appareil à percer, avec boîte à forets et 6 forets assortis ;

Une forerie portative et 6 forets assortis ;

Un niveau droit, à bulle d'air ;

Un décamètre en fil, à trame métallique ;

Un mètre pliant, en cuivre ;

Un double décimètre, en buis ;

Une pierre du Levant.

Objets divers.

Une garniture de rideaux en coutil, pour l'appareil ;

Une échelle et un marchepied en chêne, garnis en bronze.

B. — Pour les machines électriques et la canalisation.

Deux commutateurs à deux directions, sur socle en ardoise, de 40 à 100a;

Un ampèremètre pour courant alternatif, gradué jusqu'à 150a ;

Un voltmètre pour courant alternatif, gradué jusqu'à 100 volts ;

Deux binocles à verre noir ;

Deux écrans à main, à verres noirs ;

Huit balais de rechange, pour les alternateurs ;

Dix jonctions à 2 vis ;

Deux pinces plates et coupantes ;

Deux tournevis ;

Une lime plate, demi-douce ;

Une lime demi-ronde, demi-douce ;

Un moule pour limer les balais ;

Vingt feuilles de papier émeri, assorties ;

Deux pièces de ruban blanc ;

Une pièce de ruban caoutchouté ;

Un morceau de gutta-percha en feuille ;

Un bâton de Chatterton ;

Cent mètres de fil de cuivre isolé, pour réparations aux induits ;

Cent mètres de fil de cuivre isolé, pour réparations aux inducteurs ;

Une boîte en chêne ciré, pour les accessoires des machines électriques et de la canalisation ;

Cent poulies en porcelaine, avec boulons de fixation, pour la pose du câble.

Lanterne. — Les Feux-éclairs électriques ne comportent qu'un seul diamètre de lanterne, $3^{m}00$, avec 12 montants.

Le mode de construction est le même que celui des lanternes des Feux-éclairs à huile de premier ordre (*voir page* 102).

Le vitrage, cylindrique comme dans la lanterne de premier ordre, est toutefois moins élevé. L'escalier en fonte qui fait communiquer la plate-forme avec la galerie intérieure de service est muni d'un palier intermédiaire, sur lequel se place le gardien pour le service de la lampe.

Machines électriques et tableau de distribution. — Le matériel électrique des Feux-éclairs comprend :

Deux alternateurs munis de leur excitatrice, pouvant produire chacun un courant maximum de 50 ampères et de 45 volts aux bornes ; des dispositions spéciales sont prises pour que le courant d'excitation reste invariable et que les machines puissent être couplées électriquement et mécaniquement. Les deux alternateurs sont montés sur un socle commun, portant colonne d'embrayage et poulies fixes et folles.

Un tableau de distribution avec rhéostats de réglage des excitatrices, réducteur à bobine ramenant le courant de l'un ou de l'autre des alternateurs de 50 à 25 ampères sans modifier le voltage, commutateur pour le courant principal, ampèremètre et voltmètre à courant alternatif.

Moteurs a pétrole. — Les moteurs à pétrole ordinaire sont au nombre de deux, commandant chacun, à l'aide d'une courroie, l'un des alternateurs.

La fourniture comprend :

Deux moteurs à pétrole (*breveté s. g. d. g.*), d'une puissance de 5 chevaux chacun, à graissage automatique et mise en marche rapide, y compris socle, volants-poulies, vaporisateur, lampe, réservoirs à pétrole ; les courroies de commande des alternateurs.

Accessoires et rechanges, renfermés dans une armoire spéciale, contenant :

Accessoires.

Un bidon à pétrole ;
Un bidon à alcool ;
Une grande burette ;
Une petite burette ;
Un entonnoir ;
Un godet en fer-blanc, pour l'armoire ;
Un godet en fer-blanc, pour le moteur ;
Un godet en fer-blanc, pour la lampe ;
Un godet en fer-blanc, pour la pompe ;
Une clé de la soupape à air ;
Une clé à roder, pour la soupape d'échappement ;
Une clé à roder, pour la soupape de la pompe ;
Une clé à roder, pour la soupape à air ;
Un chasse-goupille en cuivre ;
Un tournevis long spécial ;
Un tournevis court ;
Deux poinçons pour le réglage ;
Une brosse pour la lampe ;
Un grattoir spécial, pour nettoyer le vaporisateur ;
Six broches, pour le nettoyage ;
Six alésoirs, pour busettes ;
Cinq cents grammes de soudure d'étain ;
Un savon de glycérine ;
Un entonnoir pour l'eau ;
Clés de montage.

Rechanges.

Quatre joints, pour le cylindre ;
Quatre joints, pour la conduite d'échappement ;
Quatre joints, pour la soupape à air ;
Six joints, pour le vaporisateur ;
Trois feuilles d'amiante ;
Douze anneaux en métal, pour la pompe ;
Quatre inflammateurs en platine ;
Trois anneaux, pour inflammateur ;

Quarante rondelles en amiante ;

Douze busettes ;

Deux paires de brides, pour les joints ;

Quatre ressorts, pour la soupape d'échappement ;

Deux ressorts, pour le levier à déclanchement ;

Deux ressorts, pour le régulateur ;

Deux ressorts, pour la soupape à air ;

Deux ressorts, de réglage ;

Deux ressorts, pour le levier à air ;

Un ressort, pour la soupape de la pompe ;

Un jeu de segments, pour le piston ;

Une tige de rodage, pour la soupape ;

Quatre goujons, pour le cylindre ;

Quatre goujons, pour le vaporisateur ;

Vis, pour les segments ;

Réservoirs de refroidissement, tuyauterie, pompes et robinetterie. — L'eau de refroidissement est mise en mouvement à l'aide d'une petite pompe à eau, actionnée par le moteur.

La fourniture comprend :

Deux réservoirs en tôle de 4 mètres cubes de capacité chacun, munis de leur tuyauterie et robinetterie pour la communication entre chaque réservoir et l'enveloppe de refroidissement du moteur correspondant.

Deux pompes à eau, à piston, avec un bac pour le refoulement.

La tuyauterie d'échappement des gaz.

Cables électriques. — Le câble électrique employé dans les Feux-éclairs est à un seul conducteur de 65 m/m carrés de section ; l'isolement, très soigné, est constitué par une couche de caoutchouc naturel, deux couches de caoutchouc vulcanisé, deux rubans caoutchoutés et un enduit spécial.

Charbons électriques. — Les charbons employés dans les lampes ont un diamètre variable avec l'intensité du courant; on admet actuellement :

Pour 25 ampères, un diamètre de 10 millimètres;
» 50 ampères » 16 »
» 100 ampères » 23 »

Ces charbons sont homogènes et d'une pâte dure spéciale, pour éviter la formation de poussières qui ternissent l'optique.

PRIX DES FEUX-ÉCLAIRS ÉLECTRIQUES

DÉSIGNATION DE L'APPAREIL (Longueur focale $0^{m}300$)	Optique et armature des lentilles	Armature à flotteur (mercure compris)	Lampes électriques	Machine de rotation	Fournitures accessoires	Lanterne à vitrage cylindrique avec murette métallique	Machines électriques et tableau de distribution	Moteurs à pétrole et accessoires	Réservoirs tuyauterie et pompes	PRIX TOTAUX
	Francs	Francs	Francs	Francs	Francs	Francs	Francs	Francs	Francs	Francs
ÉCLATS ÉQUIDISTANTS										
Appareil à 4 lentilles (Pl. XIV et XVI)										
Quatre lentilles de 90° chacune.	11.700	6.000	4.500	3.300	1.100	17.500	11.000	11.500	1.800	68.400
ÉCLATS GROUPÉS										
Appareil à groupes de 2 éclats (Pl. XV et XVI)										
Deux lentilles de 135° chacune et un réflecteur de 90°.	12.600	6.000	4.500	3.300	1.100	17.500	11.000	11.500	1.800	69.300
Appareil à groupes de 3 éclats										
Trois lentilles de 72° chacune	8.500	6.000	4.500	3.300	1.100	17.500	11.000	11.500	1.800	65.200
Appareil à groupes de 4 éclats										
Quatre lentilles de 60° chacune	9.000	6.000	4.500	3.300	1.100	17.500	11.000	11.500	1.800	65.700

FOURNITURES SUPPLÉMENTAIRES

(livrées seulement sur demande spéciale)

1° Câble électrique, à fort isolement *(le mètre)*. . . . . 5 fr. 60
2° Mercure de rechange, pour l'armature à flotteur . . . . 500 fr.
3° Lambrissage intérieur de la murette . { en chêne, poli et verni . . . . 960 fr. ; en teck ou acajou, poli et verni. . 1400 fr.
4° Paratonnerre à pointes multiples. . . . . 180 fr.
5° Echelle en bronze, pour la coupole. . . . . 380 fr.
6° Balustrade de la plate-forme *(par mètre courant)*. . . . . 50 fr.
7° Grillage de la lanterne. 1300 fr.
8° Charbons électriques, pour les lampes *(par mètre courant)* { 10 m/m de diamètre. 1 fr. 50 ; 16 m/m de diamètre. 2 fr. 50 ; 23 m/m de diamètre. 3 fr. 50

EMBALLAGE 5 % *de la valeur, quelle que soit la composition de la fourniture.*

RENSEIGNEMENTS APPROXIMATIFS POUR L'EXPÉDITION	CUBE EN MÈTRES	POIDS EN KILOS	NOMBRE DE COLIS
Appareil optique avec accessoires, lanterne et machinerie.	42	18.000	43

III. — FEUX PERMANENTS

Appareil optique. — Les combinaisons optiques des feux permanents sont au nombre de deux : le Feu permanent fixe et le Feu-éclair permanent, dont la description a été donnée page 91 du chapitre précédent ; en colorant ces feux en rouge, on obtient ainsi 4 apparences différentes.

La coloration en rouge est produite à l'aide d'un manchon, en cristal coloré, qui entoure la cheminée proprement dite ; celle-ci est en mica, pour éviter les ruptures dues aux variations de température.

Armature mécanique. — *Feu permanent fixe.* — L'armature du feu permanent fixe se compose d'un candélabre en fonte qui porte l'appareil et le bec, d'une table de service en fonte et d'un fumivore en tôle.

Feu-éclair permanent. — L'armature est constituée par un candélabre en fonte, muni de gradins, pour le service.

Une cuve à mercure, de forme conique, dans laquelle tourne un flotteur, est fixée sur le socle.

Le flotteur, de construction légère, est muni d'une circonférence dentée ; il supporte l'optique, dont les cadres sont d'un poids très réduit.

Le centrage est obtenu à l'aide de 2 pivots, l'un disposé au fond de la cuve, l'autre fixé au bec de la lampe.

LAMPE. — La fourniture comprend :

Un réservoir, fixé à la partie supérieure de la lanterne, avec tubulure et ouverture de remplissage; un régulateur automatique de pression et de débit avec flotteur à mercure; la tuyauterie nécessaire pour conduire l'huile au bec, en passant par le régulateur; la tuyauterie de vidange du réservoir et du bec; les robinets et joints.

Trois becs spéciaux à une mèche, pour feu permanent, accompagnés chacun d'une virole de croûtage; un seau pour la vidange du réservoir et un vase pour les égouttures du bec.

Dans le Feu-éclair, le bec et le régulateur sont suspendus à l'armature de la lanterne, pour éviter de trop charger le flotteur.

MACHINE DE ROTATION. — La machine de rotation à ressort, nécessaire pour le Feu-éclair, est renfermée dans une boîte; elle actionne à l'aide d'un pignon la circonférence dentée du flotteur. Elle est construite de manière à pouvoir fonctionner pendant une durée de 60 jours environ.

LANTERNE. — La lanterne des feux permanents a $1^{m}60$ de diamètre.

Elle se compose de 8 montants en bronze réunis au sommet par une sablière également en bronze, portant une double coupole en cuivre rouge avec piédouche, surmontée d'une boule percée de trous, pour la ventilation; le paratonnerre en cuivre rouge est accompagné d'un câble de même métal, de 25 mètres de longueur.

Lorsqu'il s'agit d'un Feu permanent fixe, la lanterne est polygonale *(voir pl. XVII)*. Le vitrage est constitué par des glaces planes de 6 à 8 $^{m}/_{m}$ d'épaisseur.

Pour le Feu-éclair permanent, on peut employer des glaces planes comme l'indique la planche XVII, mais il est préférable

d'avoir recours à un vitrage cylindrique pour éviter la production d'éclats parasites, encore visibles à quelques milles, et qui troubleraient l'apparence du feu.

Dans les deux cas, la murette est métallique, en tôle, avec porte d'accès; elle est recouverte intérieurement d'un lambrissage en chêne, en acajou ou en teck, poli et verni. Des ouvertures pratiquées dans le socle de la murette donnent accès à l'air, qui circule derrière le lambrissage et remonte jusqu'à la double coupole. La ventilation est assez efficace pour empêcher la formation de buées ou du givre et assurer, par tous les temps, le fonctionnement régulier de l'éclairage.

Chaque lanterne est accompagnée des accessoires suivants :

Deux panneaux de glaces de rechange ;

Un assortiment de vis et de boulons de rechange ;

Six conduits en bronze pour le guidage du câble du paratonnerre ;

Les clés de montage.

Fournitures accessoires. — Les fournitures accessoires d'un feu permanent comprennent :

Objets d'approvisionnement.

Cinquante cheminées en mica ;

Vingt mètres de mèche spéciale, pour feu permanent ;

Cinq cents grammes de rouge à polir ;

Cinq cents grammes de blanc d'Espagne ;

Une fiole d'huile d'horloger.

Matériel de service.

Deux goupillons, pour les cheminées ;

Six goupillons plats, pour les becs ;

Deux pinceaux en blaireau, pour le rouge ;

Un mandrin pose-mèche ;

Deux bidons à main, de 10 litres de capacité ;

Un panier de service ;

Un égouttoir à grille mobile ;

Une peau chamoisée ;
Une burette, de 2 litres de capacité;
Une boîte double, pour le rouge à polir ;
Une boîte, pour le blanc;
Une paire de ciseaux droits-coudés ;
Un mètre pliant, en cuivre ;
Une boîte spéciale, pour les mèches ;
Une boîte en sapin, pour les fournitures accessoires.

PRIX DES FEUX PERMANENTS

DÉSIGNATION DE L'APPAREIL (Longueur focale 0m150)	Optique, armature mécanique et lampe	Machine de rotation	Lanterne sur murette métallique avec lambrissage en chêne	Fournitures accessoires	PRIX TOTAUX
	Francs	Francs	Francs	Francs	Francs
FEU PERMANENT FIXE					
Appareil de feu fixe (Pl. XVII)					
Une lentille dioptrique de feu fixe à 9 éléments éclairant 360°	3.200	néant	vitrage polygonal 4.300	350	7.850
FEU-ÉCLAIR PERMANENT					
Appareil à 4 lentilles (Pl. XVII)					
Quatre lentilles annulaires dioptriques de 90° chacune	4.200	4.000	vitrage cylindrique 4.500	350	13.050

FOURNITURES SUPPLÉMENTAIRES

(livrées seulement sur demande spéciale)

1° Coloration du Feu-éclair permanent en rouge . . . . 200 Francs.
2° Mercure de rechange, pour l'armature à flotteur . . . . 70 »
3° Augmentation pour la fourniture d'un lambrissage, en teck ou acajou, poli et verni . . . . 140 »
4° Paratonnerre à pointes multiples . . . . 180 »
5° Echelle en bronze, pour la coupole . . . . 190 »
6° Grillage de la lanterne. 450 »

OBSERVATIONS

EMBALLAGE 5 % *de la valeur, quelle que soit la composition de la fourniture.*

RENSEIGNEMENTS APPROXIMATIFS POUR L'EXPÉDITION	CUBE EN MÈTRES	POIDS EN KILOGS	NOMBRE DE COLIS
Appareil avec lanterne et accessoires.	9	2.000	12



IMPRIMERIE LEFEBVRE-DUCROCQ

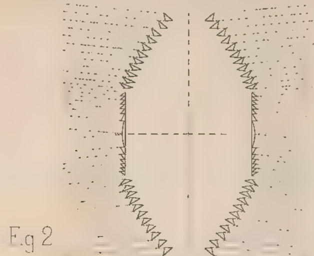
LILLE

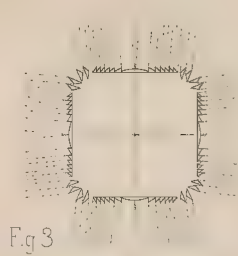
OPTIQUES ET APPARENCES DES FEUX ECLAIRS

Planche I

Eclats equidistants et Groupes d'eclats simples


Fig 1


Fig 2


Fig 3

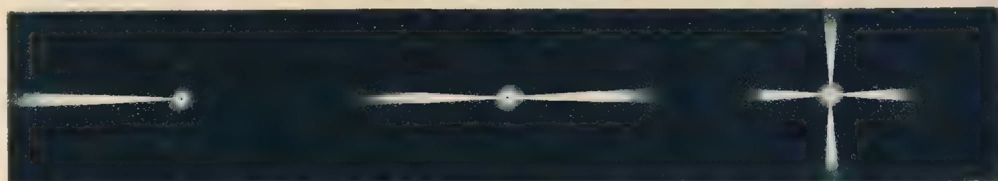
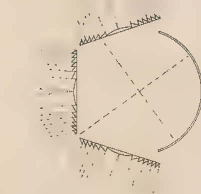
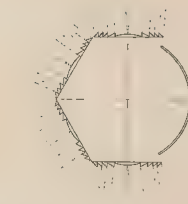
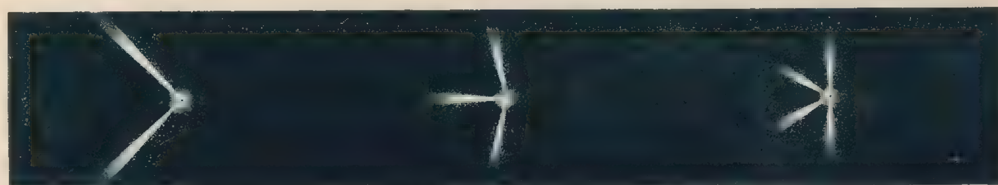
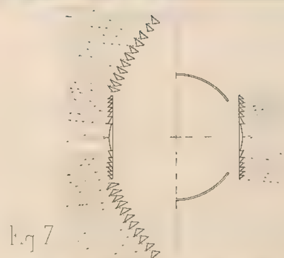


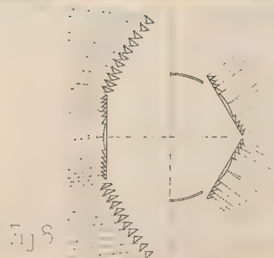

Fig 4

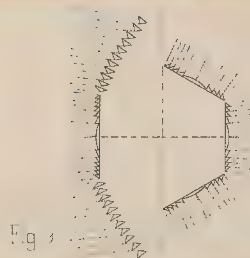

Fig 5

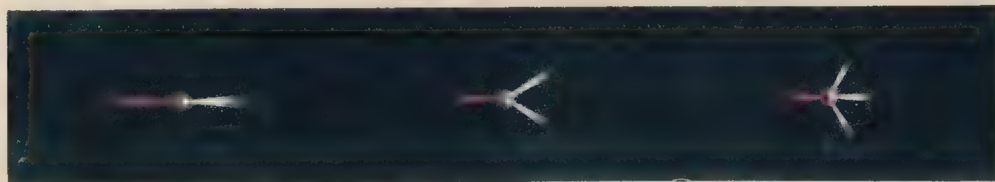

Fig 6




Fig 7

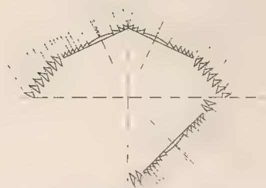

Fig 8

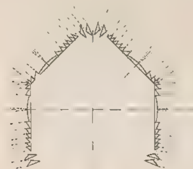

Fig 9

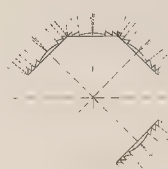


...AIFFEL BARLE & Cie ... Avenue de Suffren Paris

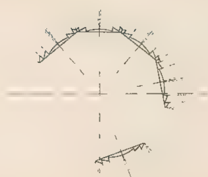
Groupes d'éclats complexes


Fig 10


Fig 11


Fig 12




Fig 13

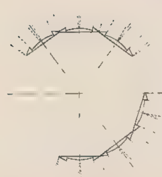
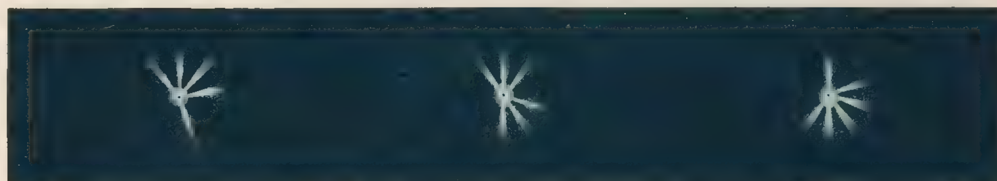

Fig 14


Fig 15



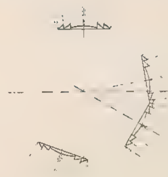
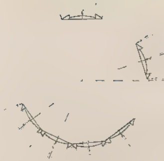

Fig 16


Fig 17


Fig 18

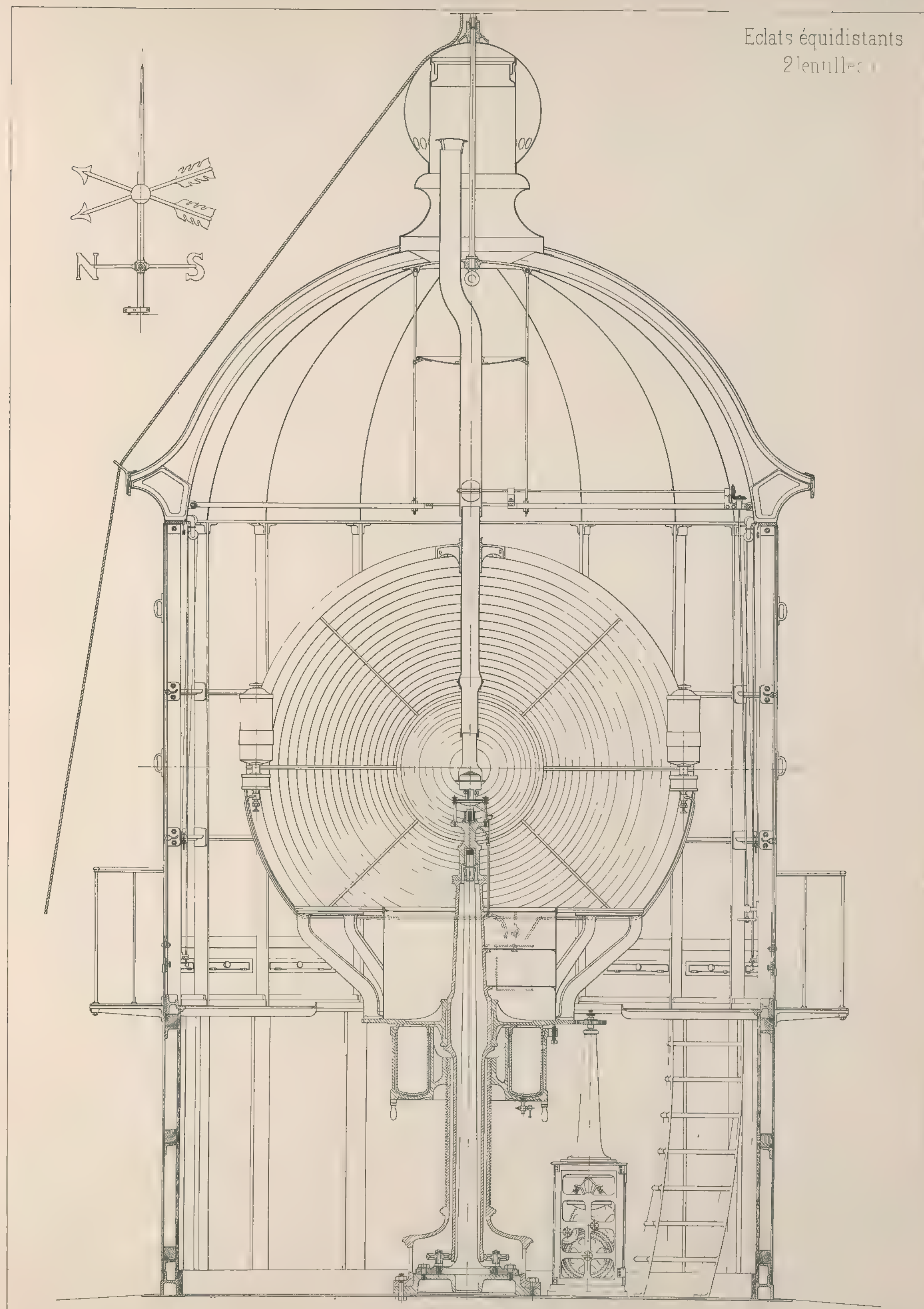


MUTTER HARLE & Cie 26, Avenue de Suffren Paris

FEUX ÉCLAIRS DE 1er ORDRE

Planche III

Eclats équidistants
2 lentilles



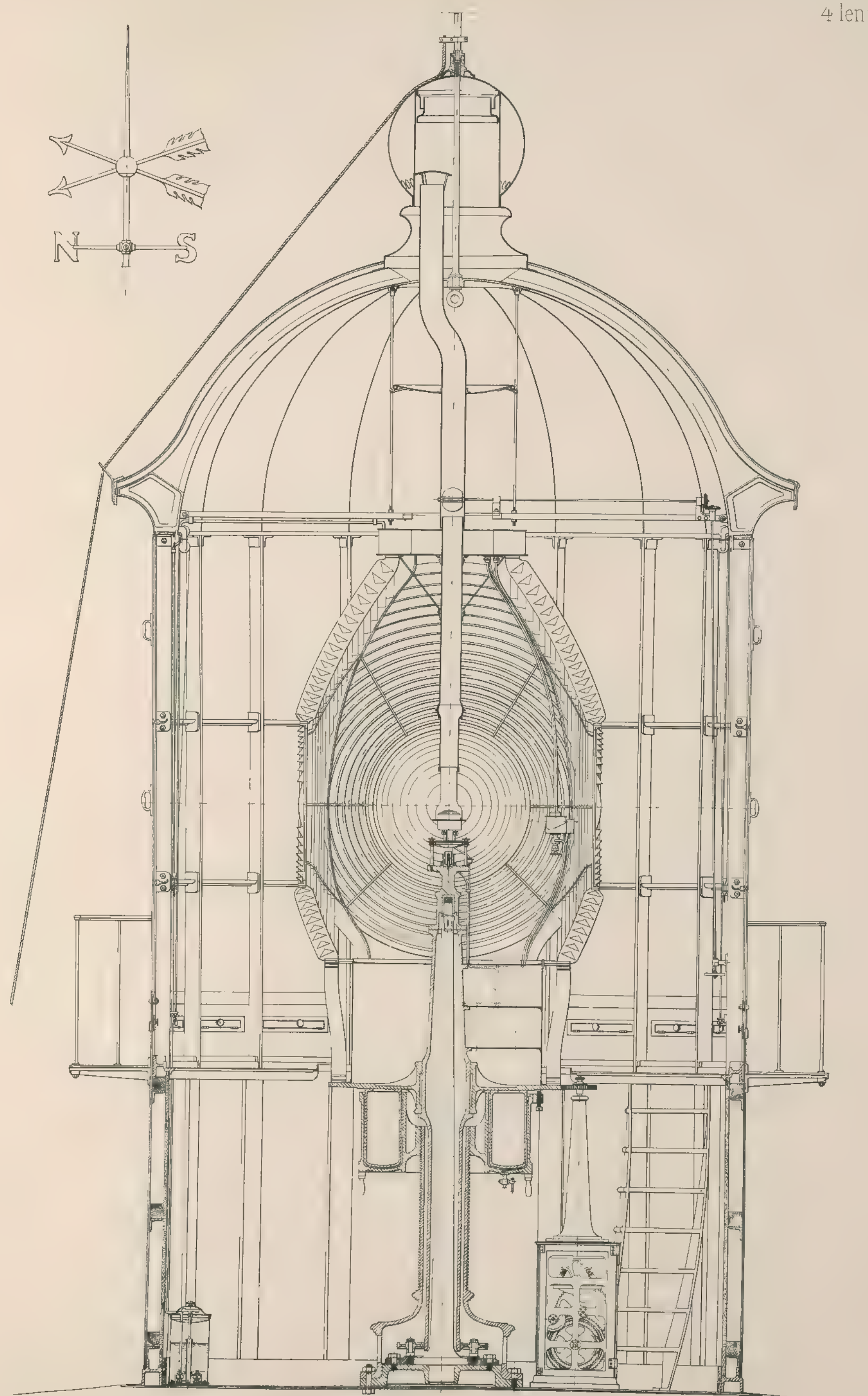
SAUTTER HARLÉ & Cie 26, Avenue de Suffren, Paris

Echelle 1/30

FEUX-ÉCLAIRS DE 1er ORDRE

Planche IV

Eclats équidistants
4 lentilles



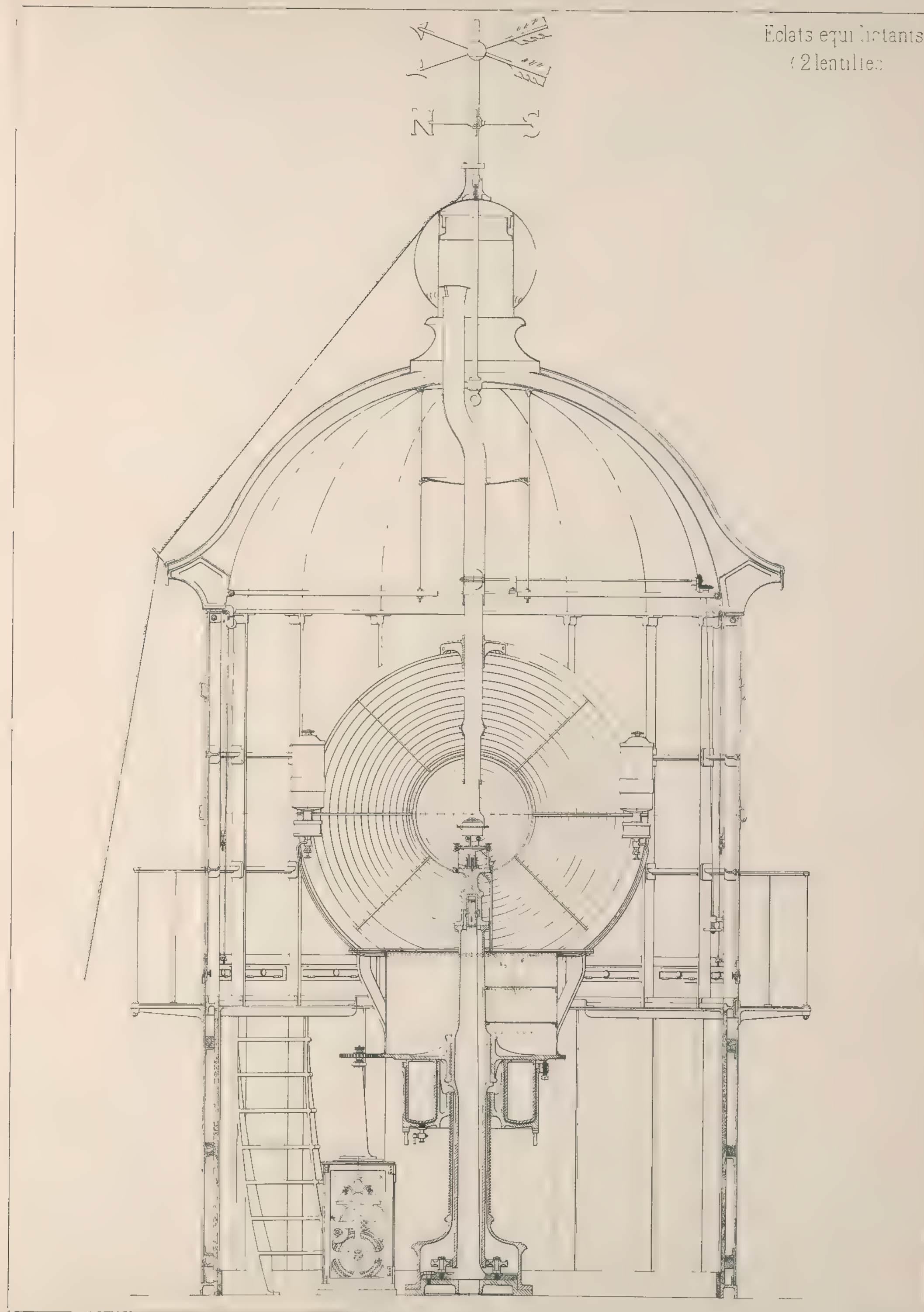
SAUTTER HARLE & Cie 26, Avenue de Suffren, Paris

Echelle $\frac{1}{30}$

FEUX-ECLAIRS DE 2ème ORDRE

Planche V

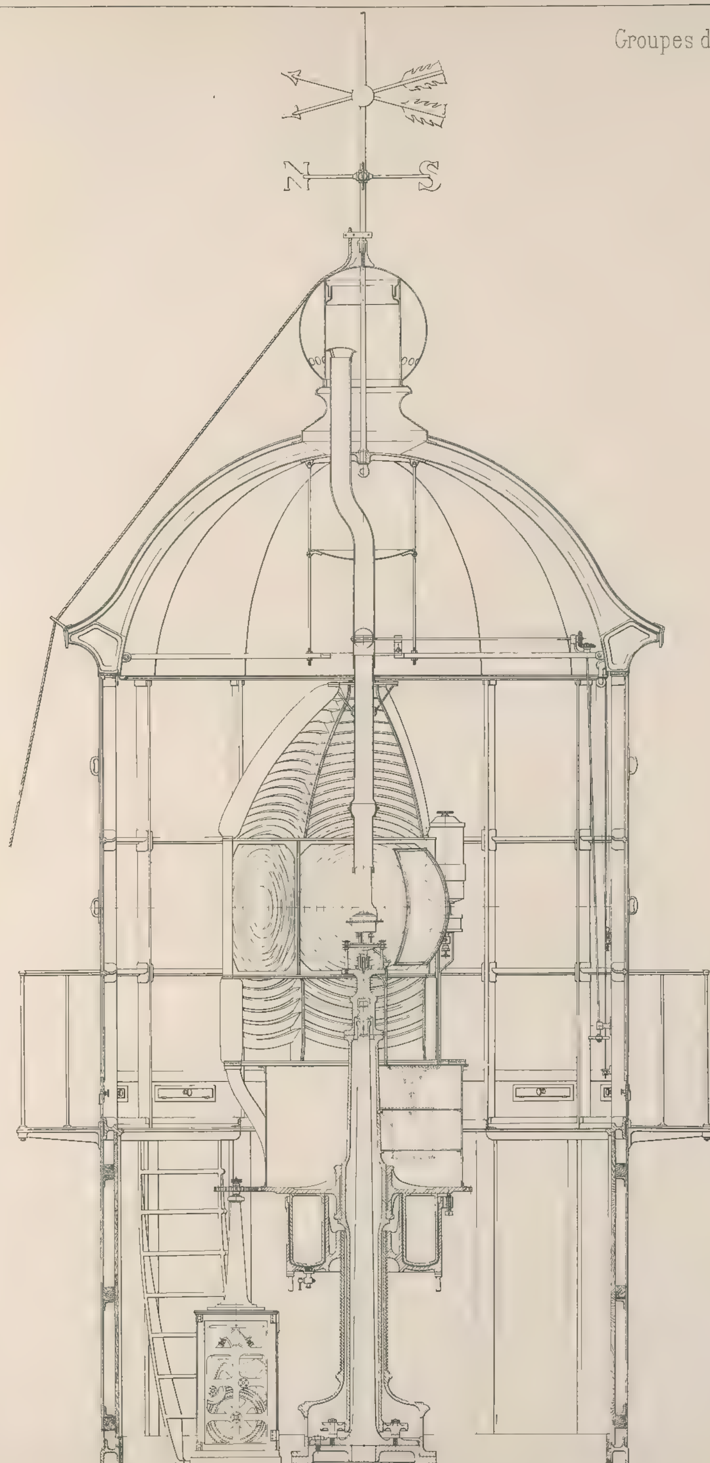
Eclats equidistants
(2 lentilles)



SAUTTER HARLE & Cie 26, Avenue de Suffren, Paris

Echelle $\frac{1}{30}$

Groupes de quatre éclats



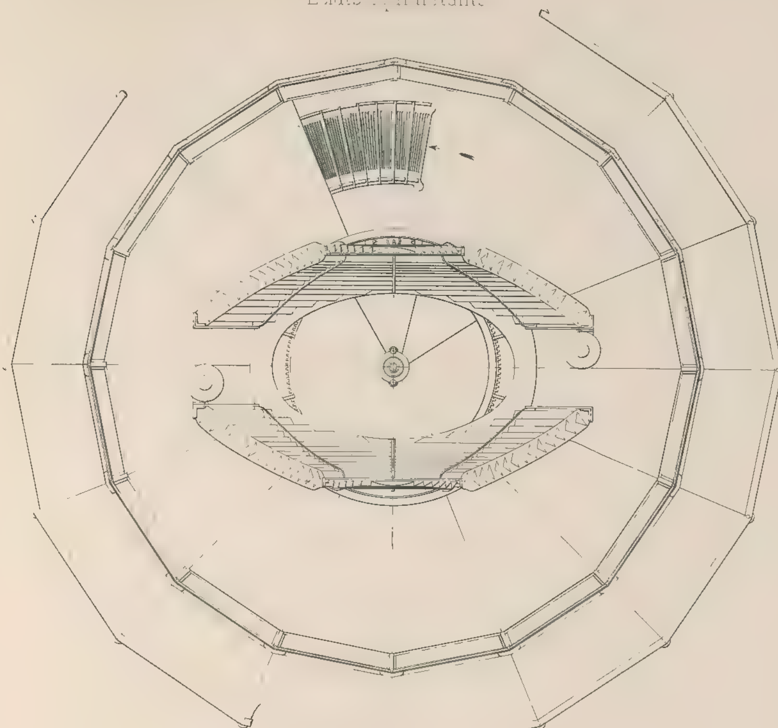
SAUTTER HARLE & Cie 26, Avenue de Suffren, Paris

FEUX ÉCLAIRS DE 2ème ORDRE

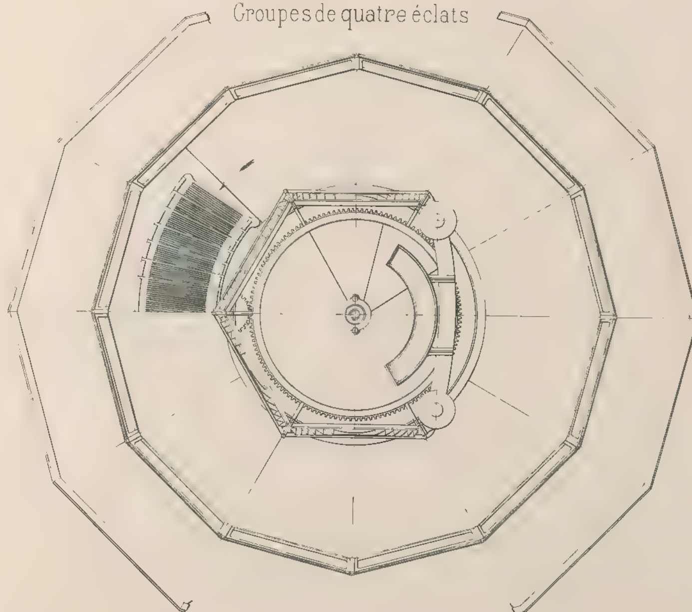
Planche VII

Coupes horizontales par le plan focal

Eclats équidistants

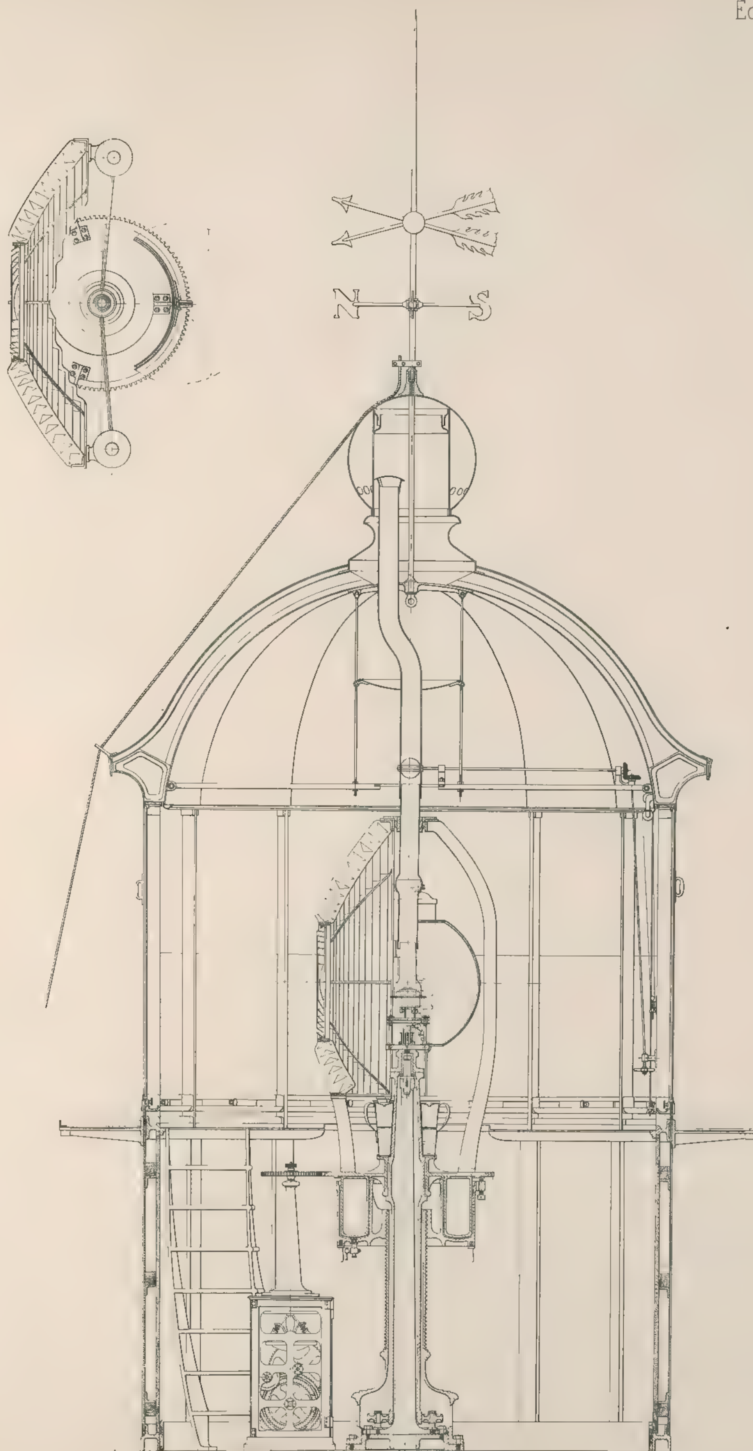


Groupes de quatre éclats



SAUTTER HARLE & Cie 26, Avenue de Suffren, Paris

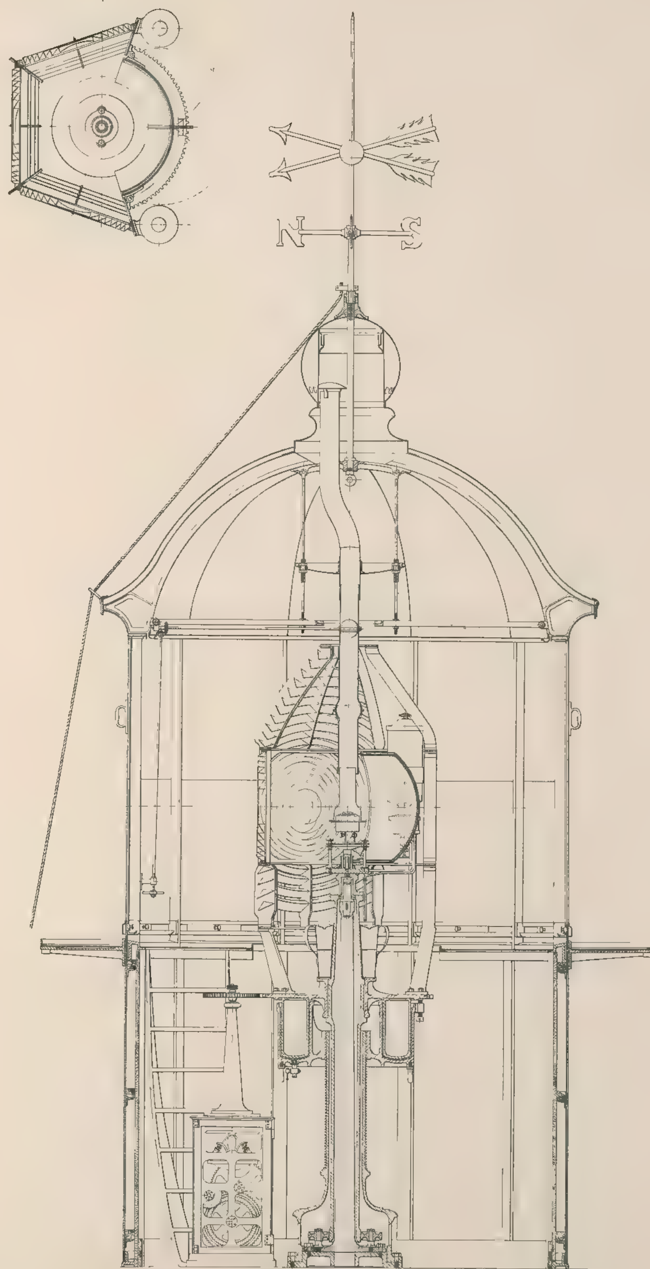
Eclats équidistants
(1 lentille)



FEUX ECLAIRS DE 3ème ORDRE

Planche IX

Groupes de trois éclats



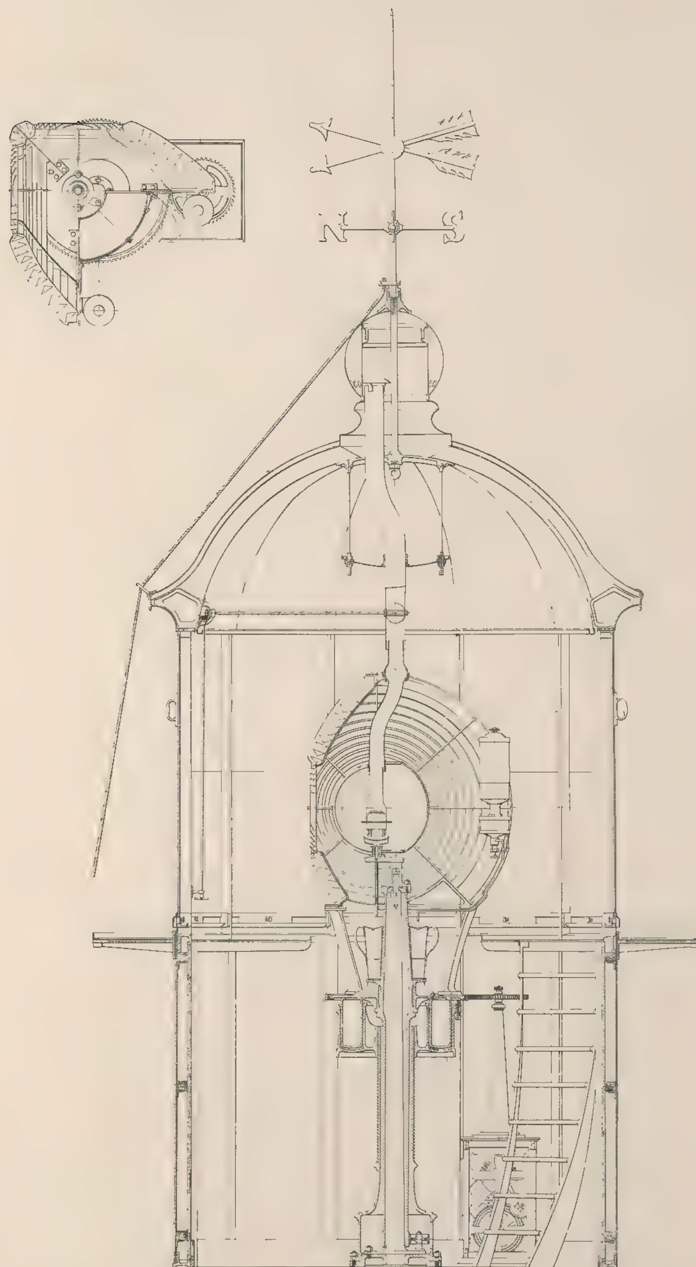
SAUTTER HARLÉ & Cie 26, Avenue de Suffren, Paris

Echelle 1/30

FEUX-ECLAIRS DE 3ème ORDRE PETIT MODÈLE

Planche X

Groupes de deux éclats

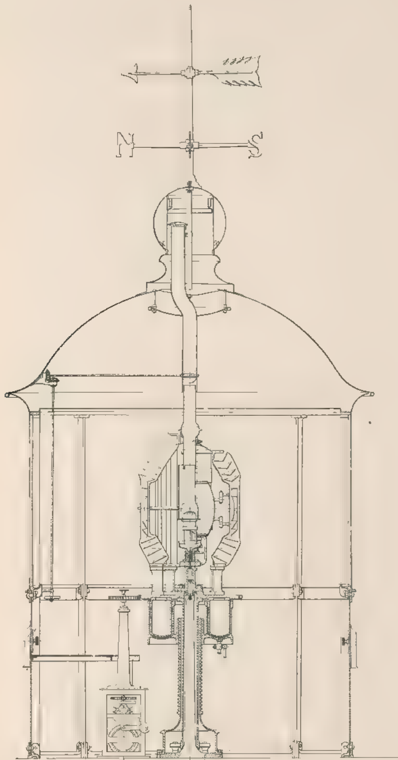


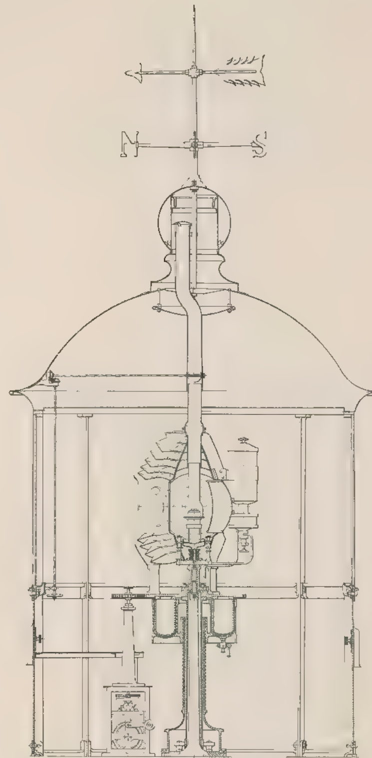
Echelle $\frac{1}{30}$

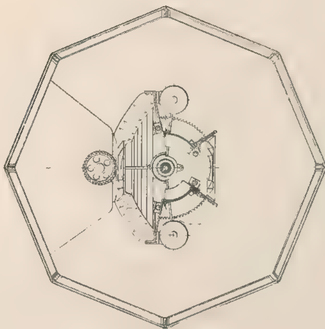
SAUTTER HARLE & Cie 26, Avenue de Suffren, Paris

Eclats alternativement blancs et rouges

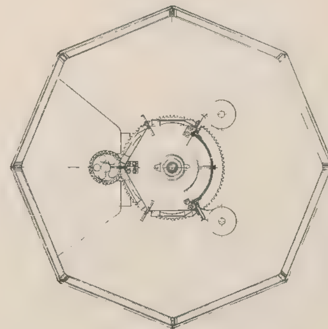
Groupes de quatre éclats







Coupe horizontale par le plan focal



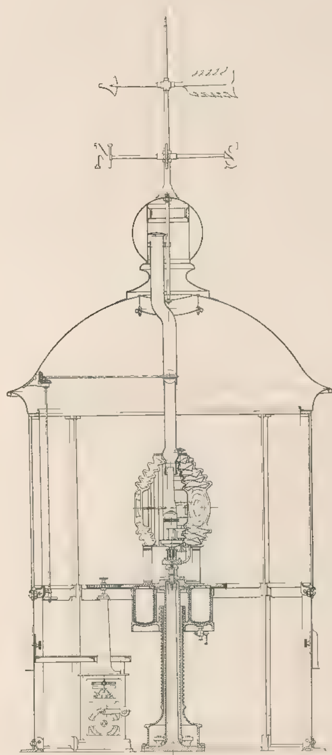
Coupe horizontale par le plan focal

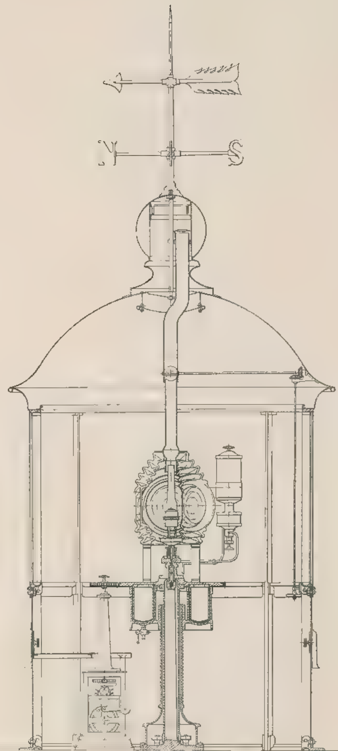
Echelle 1/30

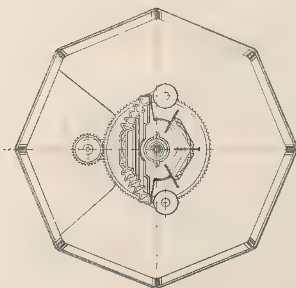
SAUTTER HARLE & Cie 26, Avenue de Suffren, Paris

Groupes de deux éclats blancs séparés par un éclat rouge.

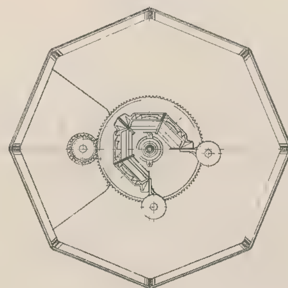
Groupes d'éclats doubles (4 lentilles)







Coupe horizontale par le plan focal



Coupe horizontale par le plan focal

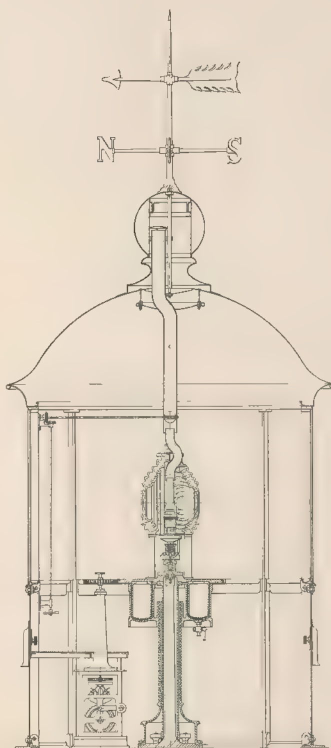
Echelle

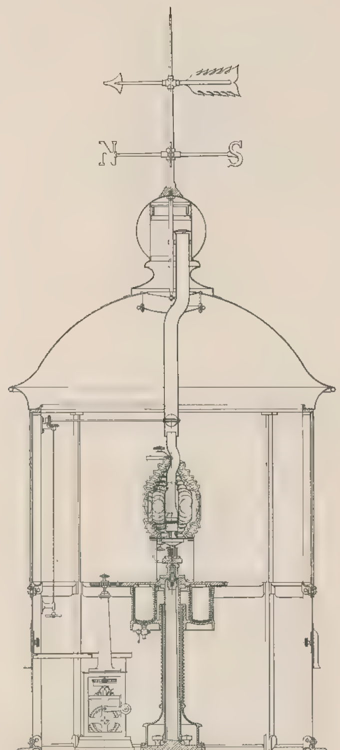
SAUTTER HARLÉ & Cie 26. Avenue de Suffren. Paris

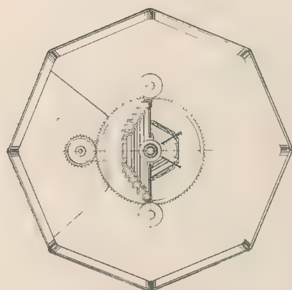
FEUX-ÉCLAIRS DE 6ème ORDRE

Groupes de trois éclats blancs séparés par un éclat rouge

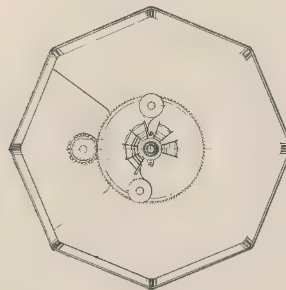
Groupes d'éclats triples (6 lentilles)







Coupe horizontale par le plan focal

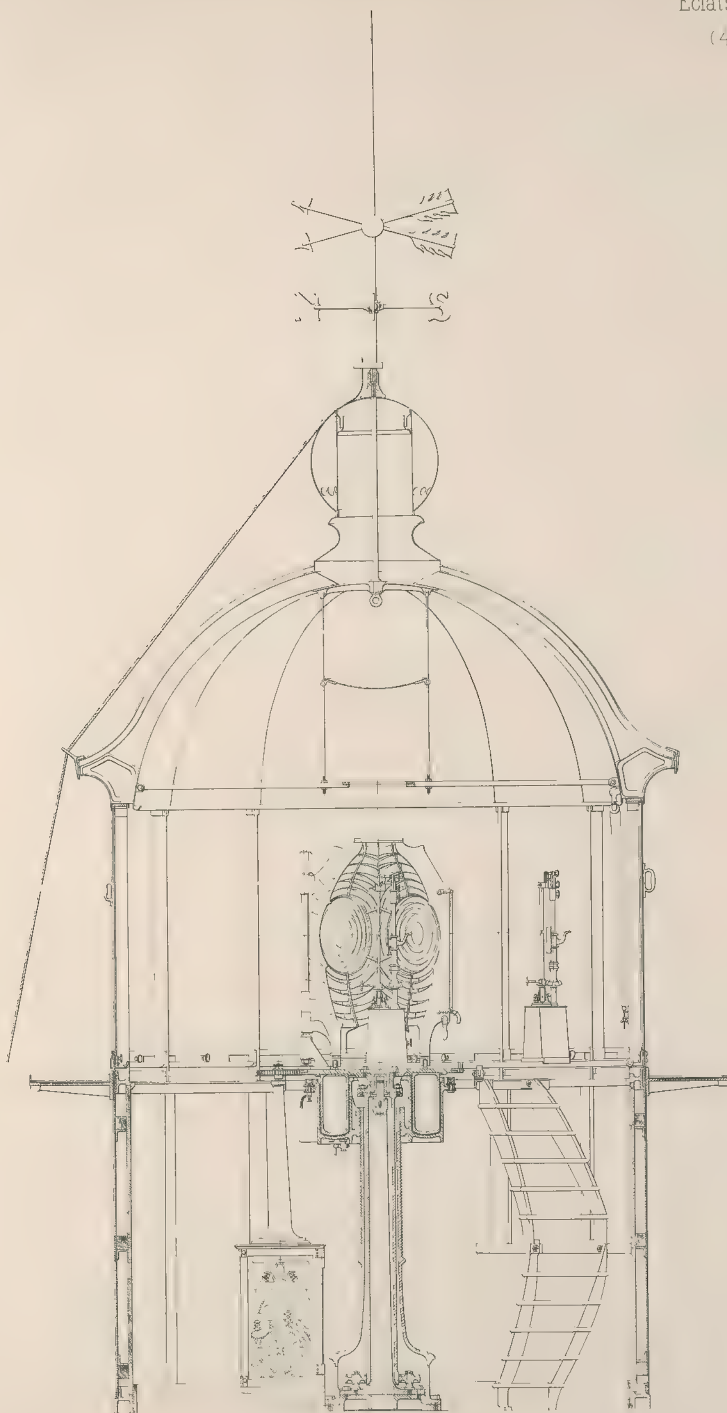


Coupe horizontale par le plan focal

Echelle $\frac{1}{30}$

SAUTTER HARLÉ & Cie 26. Avenue de Suffren Paris

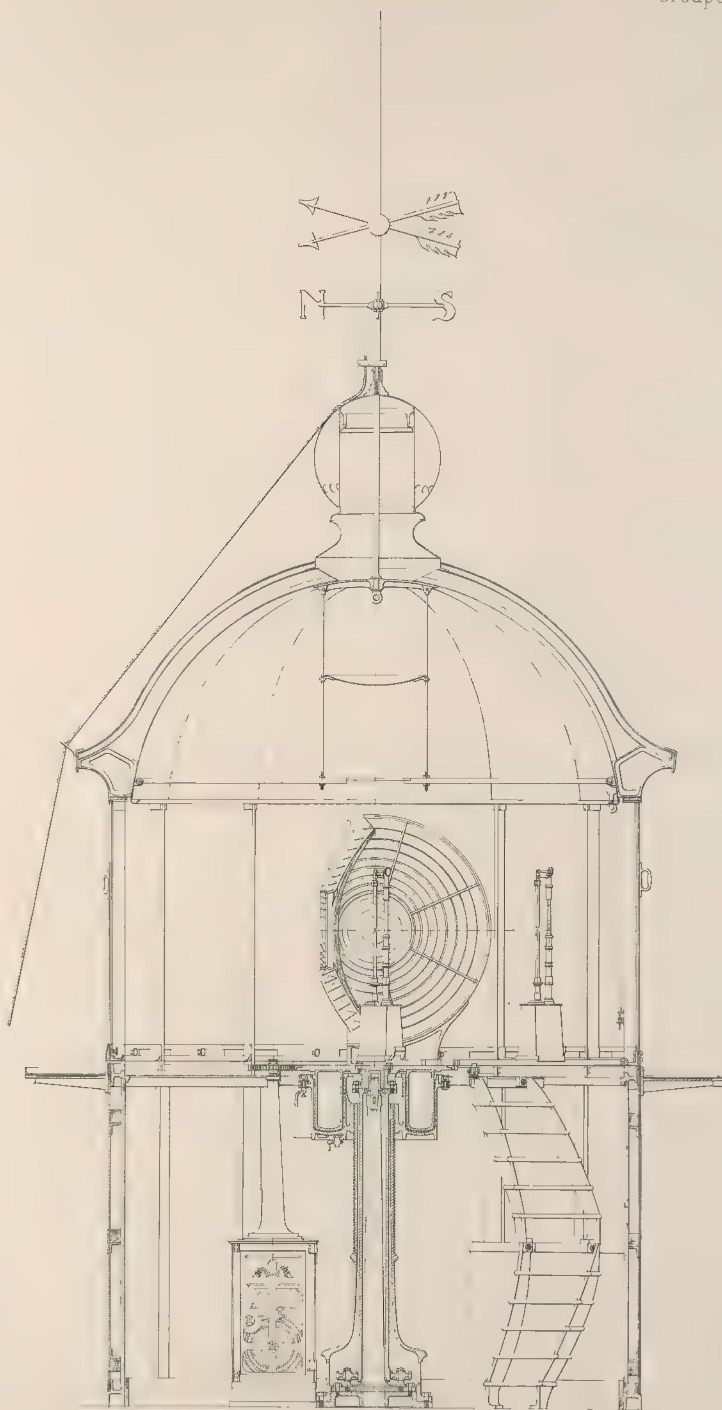
Eclats équidistants
(4 lentilles)



SAUTTER HARLÉ & Cie 26, Avenue de Suffren, Paris

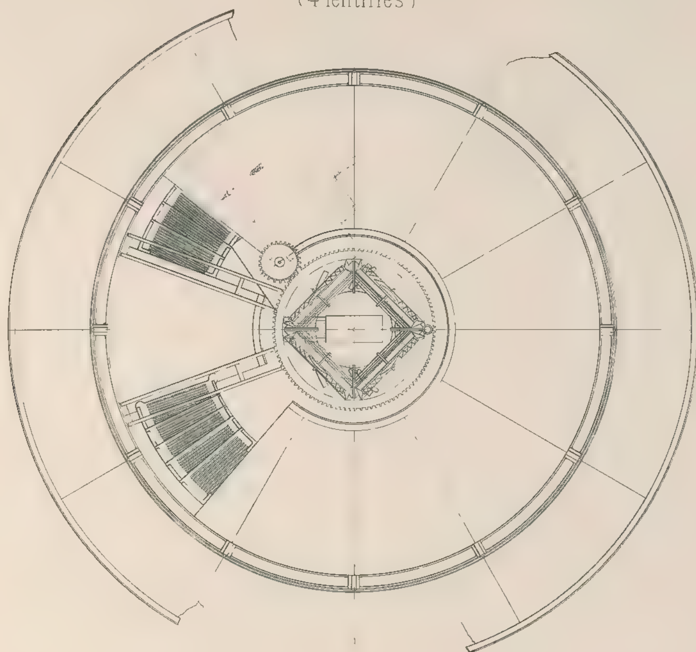
Echelle 1/30

Groupes de deux éclats

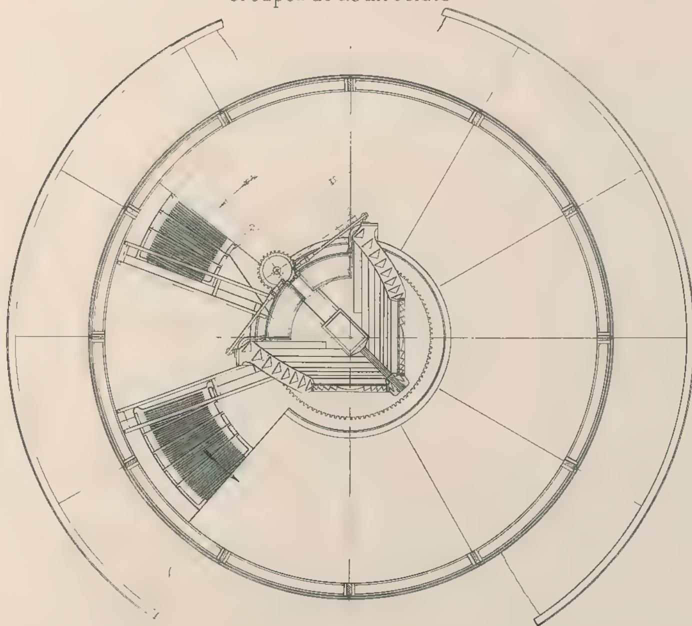


Coupes horizontales par le plan focal

Eclats équidistants
(4 lentilles)

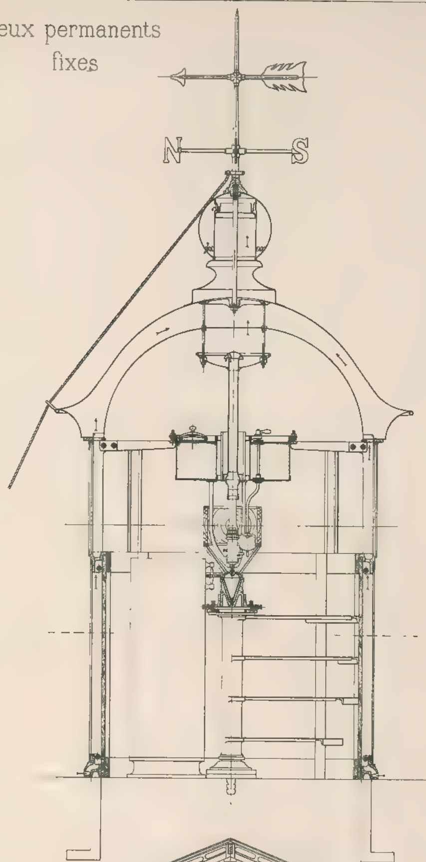


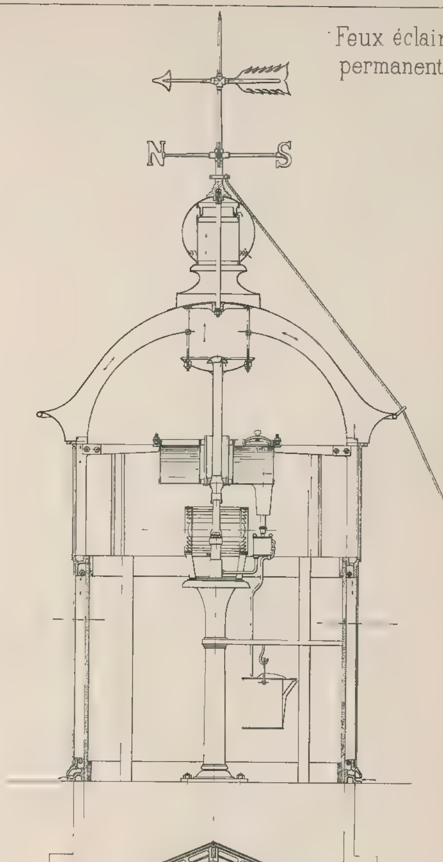
Groupes de deux éclats

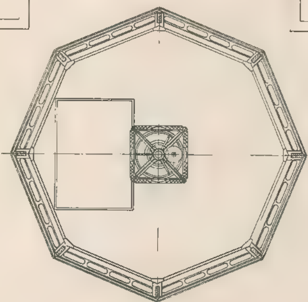


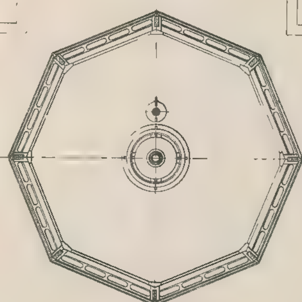
Echelie $\frac{1}{30}$

SAUTTER HARLE & Cie 26, Avenue de Suffren, Paris

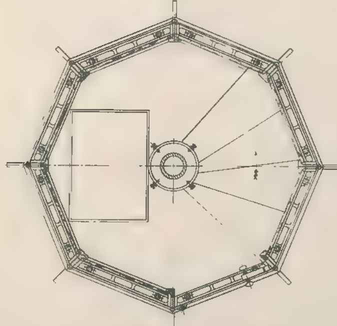


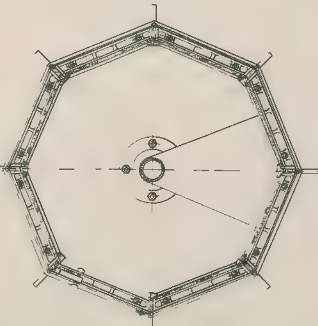






Coupes horizontales par le plan focal





Coupes horizontales par la murette

SAUTTER HARLÉ & Cie 26, Avenue de Suffren, Paris

Echelle 1/30

